



Hist Technica Nieuws:

1982



"HISTECHNICA"

Eind 1974 is opgericht de vereniging "Histechnica", een vereniging van vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC.

Deze vereniging heeft als doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het TTC bij haar activiteiten financieel te helpen en te steunen.

In dit centrum dat de bedoeling heeft meer te zijn dan een museum van de techniek, moet op een voor iedereen duidelijke manier getoond worden dat het de techniek van vroeger is die ten grondslag ligt aan het schijnbaar vanzelfsprekende technische comfort van vandaag.

Zo kan met modellen of originele exemplaren getoond worden welke opeenvolgende ontwikkelingsstadia een bepaald onderdeel van de techniek doorgemaakt heeft.

Ook kan men het publiek laten zien welke simpele bewerkingstechnieken toegepast werden.

Wanneer men het verleden van de techniek beter kent en begrijpt, kan men zich ook beter bezinnen over de techniek van vandaag en morgen. Om dit te kunnen realiseren heeft Histechnica 1000 gewone en 200 beschermende leden nodig.

Voor een gewoon lid bedraagt de contributie minstens f. 25,- per jaar; voor een beschermend lid tenminste f. 100,- per jaar.

U kunt dit werk steunen door u aan te melden bij het secretariaat van Histechnica, Achterom 23A, 2611 PL Delft.

Ter gelegenheid van de tentoonstelling Licht en Kleur (maart-augustus 1981) werd prof. dr. G. van den Berg door Histechnica uitgenodigd om hierover een voordracht te houden. Professor van den Berg is hoogleraar biologische en medische natuurkunde aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam. Hij doet daar o.a. onderzoek aan het optisch systeem van de mens. Op 4 april 1981 konden de vele belangstellenden er kennis van nemen, dat dit systeem weliswaar een wonder der natuur is, maar zich toch door allerlei fysische verschijnselen gemakkelijk laat beïnvloeden. Hierdoor blijft er van vele vermeende zekerheden vaak weinig over. Wij stellen het op prijs dat prof. van den Berg tekst en illustraties ter beschikking heeft gesteld voor publicatie in H-nieuws, te meer omdat de inhoud ook van toepassing is op de in september a.s. geplande tentoonstelling over Gezichtsbedrog. (Red.)

MET HET OOG OP LICHT EN KLEUR

door prof. dr. G. van den Brink.

1. Inleiding

Zowel voor de ontwikkelingen tijdens de evolutie als voor de ontwikkeling van een individu bestaan een aantal vitale voorwaarden. De mogelijkheid van een soort of van een individu om te kunnen communiceren met de omgeving is daar ongetwijfeld één van. Reeds bij zeer eenvoudige vormen van leven was, en is er sprake van een gevoeligheid voor elektromagnetische, mechanische en chemische prikkels en van een vermogen om daarop te responderen. Deze functies moeten een belangrijke rol gespeeld hebben bij de overlevingskans. Ze zijn daarbij zelf ook onderworpen geweest aan verdere evolutie. Het lijkt voor de hand te liggen, dat onze gezicht-, gehoor-, reuk-, smaak-, tast- en temperatuurzin zich daaruit ontwikkeld hebben.

Bij de ontwikkeling van een individu spelen deze functies eveneens een vitale rol, met name ook bij wat we "mentale vormgeving" zouden kunnen noemen. Het valt zelfs te beredeneren dat de principes daarbij een verrassende paralleliteit vertonen met die, welke voor de evolutie worden verondersteld. Het lijkt erop, dat het "trial and error" begrip ook bij onze leerprocessen een grote betekenis heeft. Zoals het gedrag van bepaalde microben het gevolg is van het aanwezig zijn van b.v. licht of warmte, zo is ook elk aspect van ons gedrag gebonden aan prikkels uit het milieu. Bij hogere vormen van leven moet het begrip "milieu" dan wel ruim geïnterpreteerd worden, waarbij we onderscheid moeten maken tussen een exterieur en een interieur milieu. We kunnen echter veilig aannemen dat prikkels die voortkomen uit het milieu interieur uiteindelijk het resultaat zijn van informatie uit het milieu exterieur,

die niet anders dan via de zintuigen binnengekomen kan zijn.

Dat via "trial and error" selectieprocessen een effectief en geavanceerd perceptiesysteem tot stand is gekomen, hoeft niet te betekenen dat dit systeem eenduidig en betrouwbaar is. Mogelijk is het alleen maar een idee fixe dat we denken dat dit het geval is: Zoals bijvoorbeeld de zekerheid die we tot uitdrukking menen te brengen als we "iets met eigen ogen of oren hebben gezien of gehoord". Dit sterkste geschat dat we soms in stelling brengen is niet zo maatgevend als we denken. Een rechter die te maken heeft met tegengestelde getuigenverklaringen, hoeft er niet vanuit te gaan dat in zo'n geval tenminste één der getuigen bewust oneerlijk is. Het is juist het functioneren van onze zintuigsystemen dat oorzaak kan zijn van beperkingen in de betrouwbaarheid en de eenduidigheid van de betekenis die we toekennen aan het waargenomen.

Als een aantal mensen gevraagd zou worden een verslag te maken van de tentoonstelling "Licht en Kleur", dan zou dit een grote diversiteit opleveren, die een afspiegeling zou zijn van de individuele belangstellingen en ervaringswerelden. De kans is echter groot dat er in deze verzameling van verslagen zelfs tegenstrijdigheden zouden voorkomen. De fysische wereld, daar mogen we hoop ik van uitgaan, is voor allen gelijk. Als we deze met behulp van ons matenstelsel beschrijven, zouden er afgezien van meetfouten, geen discrepanties zijn. De projectie ervan in onze subjectieve wereld hangt echter samen met de mate waarin de informatie in de diverse 'stands' herkenning oplevert met een referentiesysteem dat zich, als resultaat van evolutie en leerprocessen in de loop der jaren in elk van ons heeft opgebouwd. Bepaalde deelaspecten in het geheel krijgen hierdoor bij de interpretatie een groter gewicht dan andere. We zouden dit een persoonlijke kleuring of filtering kunnen noemen. Daarnaast lijken we ons er bij de interpretatie van een pakket informatie niet altijd van bewust te zijn, dat een deel van dat pakket niet rechtstreeks van de stimulans afkomstig is, maar opgeroepen wordt uit ons geheugen, waar het tijdens voorgaande waarnemingen is opgeslagen. Vaak blijken we de informatie vanuit onszelf aan te vullen, vermoedelijk in die gevallen, waar op één of andere manier essentiële rechtstreekse informatie niet ter beschikking staat.

Nadat ik eerst de opeenvolgende processen zal noemen, die mijns inziens moesten plaatsvinden eer lichtinval in de oogbol leidt tot een bewuste ervaring, zal ik daar later nader op ingaan.

2. Hiërarchie van processen

Het schema in fig. 1 geeft een beeld van de opeenvolgende processen die zouden

AGENDA HISTECHNICA

- 30 maart : bestuursvergadering in het TTC, aanvang 17.00 uur
- 24 april : lezing door prof. ir. J. Gerritsma over verleden, heden en toekomst van de zeilvaart
- 15 mei : excursie naar het stoomgemaal Cruquius te Vijfhuizen
- mei/juni : lezing door prof. ir. B.P.Th. Veltman naar aanleiding van de tentoonstelling over Leonardo da Vinci.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

- **Wetenschap in Beeld**, tot en met 20 maart 1982.
Een 200-tal wetenschappelijke foto's van het Palais de la Découverte te Parijs in samenwerking met Kodak.
- **Watt wordt Watt**, tot 31 maart 1982.
Een tentoonstelling van het Science Museum te Londen over energietransformatie.
- **Holografie**, permanent.

TTC, Kanaalweg 4 te Delft.

Dagelijks geopend van 10-17 uur, behalve op zon- en feestdagen. De toegang is gratis. Telefoon: 015 - 783038.

moeten optreden eer een in het oog vallende lichtprikkels uiteindelijk leidt tot een bewuste, betekenisvolle waarneming. Een schema zijnde, is het zeker een gesimplificeerde voorstelling van zaken. Het ziet er naar uit dat enkele van de hier als opeenvolgend aangegeven processen in werkelijkheid veel diffuser voorkomen. Zo zijn er aanwijzingen dat er al een geheugenfunctie moet worden toegeschreven aan elementen die vooraan in het systeem gelocaliseerd zijn, dus in de linkerhelft van het schema. Het schema moeten we dus eigenlijk meer zien als een hiërarchische rangschikking van de betreffende processen. Met een lage hiërarchie wordt bedoeld dat de processen in min of meerdere mate buiten ons bewustzijn verlopen; een hogere hiërarchie betekent dat een proces rechtstreeks een rol speelt bij het tot stand komen van een betekenis van het waargenomen. Onze kennis over deze processen is op z'n minst omgekeerd evenredig met de hiërarchie. Op het niveau van lagere hiërarchie (perifeer), is vrij veel bekend; over processen van hogere hiërarchie bestaat een nog zo onzeker inzicht, dat de modelvoorstellingen daarover (nog?) in sterke mate speculatief zijn.

plaats aanwezige activiteit plaatsvindt. Omdat herkenning slechts mogelijk is als kennis aanwezig is, speelt vanaf die plaats het geheugen een rol. Vanaf die plaats kan een sensatie tot stand komen, mogelijk nog zonder dat deze een betekenis voor ons heeft. Voor een betekenisvolle waarneming is het nodig dat we de stimulus interpreteren, m.a.w. hem in verband brengen met reeds aanwezige bewuste kennis. Het is echter bekend dat één en dezelfde stimulus niet altijd op dezelfde manier wordt geïnterpreteerd. De manier waarop we het waargenomen in verband brengen met eerder verworven informatie is beslist niet meer eenduidig; het hangt af van diverse factoren die met voorafgaande ervaringen en gebeurtenissen te maken hebben. Deze ervaringen en gebeurtenissen bepalen onze voorinstelling die voor de interpretatie van beslissende betekenis is. Dit bepaalt op welke manier, vanuit welk gezichtspunt, of welke gezichtshoek we ergens tegen aankijken. Dit complex van factoren dat bepalend is voor de toegekende betekenis, is ondergebracht in het blok "bias". Vanaf dit punt is een betekenisvolle waarneming mogelijk en kunnen we op enigerlei wijze hierop reageren of responderen.

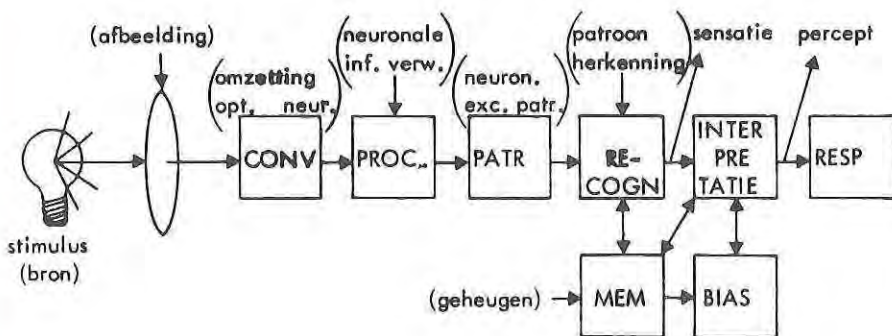


Fig. 1 Schema van processen die optreden bij het zien.

Nadat een stimulus op het netvlies is afgebeeld vindt in de receptoren (staafjes en kegeltjes), via een biochemisch proces, omzetting van de optische informatie in neuronaal gecodeerd signaal plaats. Dit neuronaal gecodeerd signaal ondergaat een reeks bewerkingen in het centraal zenuwstelsel (CZS). Draggers van de informatie zijn actiepotentialen die we moeten beschouwen als kortdurende verstoringen van een elektrochemisch dynamisch evenwicht dat heerst over een zenuwcelmembraan. Zo'n verstoring gaat gepaard met een potentiaalverandering van de orde van 0,1 V gedurende één tot enkele ms. Ze planten zich langs de zenuwvezels voort met snelheden die in de grootte van 1 tot 10 m/s liggen. De verwerking van de informatie die plaatsvindt in het CZS heeft zijn complexiteit meer te danken aan het grote aantal zenuwcellen dan aan de verscheidenheid van bewerkingsprincipes. Van deze laatste zijn er eigenlijk slechts twee: verhoging van activiteit (excitatie) en remming van activiteit (inhibitie). Dit vindt zowel in voorwaartse (afferente), terugwaartse (efferente) als zijwaartse (laterale) richting plaats.

Hoewel we niet weten tot op welk niveau de tot stand gekomen neuronale activiteit nog een eenduidige relatie heeft met de stimulus, moeten we aannemen dat ergens in het systeem een proces van herkenning van de op die

Eén van de manieren waarop we kunnen reageren is om erover te praten, waarbij we de percepten met woorden moeten aanduiden. Hoewel we daar in de regel niet bij stilstaan, is het bepaald niet zeker, dat de bewustwordingen die we van een bepaalde stimulus hebben, en die we verbaal op dezelfde manier aanduiden, voor ons allemaal ook hetzelfde zijn. Hier zullen we wel nooit achter kunnen komen. Het feit dat iedereen eenzelfde stimulus omschrijft als rond of rood, of zelfs als tafel of boot, is misschien alleen maar het resultaat van het geleerd hebben om dezelfde objecten en begrippen in de fysische wereld op gelijke wijze te benoemen, ongeacht de aard van de bewustwording die we daarbij hebben. Voor onze manier van communicatie doet het er eigenlijk niet toe wat dat bewustgeworden percept nu eigenlijk is, of zelfs, op welke manier het tot stand gekomen is. Het vermogen tot onderlinge communicatie bij mensen en misschien ook bij andere levensvormen, berust mogelijk alleen maar op verbale conventies, die aanleiding zijn tot schijnbare objectiviteiten, maar die in wezen niet meer zijn dan intersubjectiviteiten.

3. Visuele verschijnselen

a. Kleurstereoscopie. In een patroon dat samengesteld is uit rode en blauwe elementen kunnen de meeste mensen een diepte-effect zien dat fysisch niet

bestaat. De meeste mensen zien het rood wat dichterbij dan het blauw; het omgekeerde komt echter ook voor. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in de optiek van het oog. Naast chromatische en geometrische aberraties, heeft het oog bovendien een uitlijningsfout. Dit betekent dat de optische as niet samenvalt met de kijkas via welke we een object fixeren als we er echt naar kijken (dus met de gele vlek of fovea). Een niet uitgelijnd optisch systeem kan beschouwd worden als een systeem dat wel uitgelijnd is, maar waaraan een prisma is toegevoegd. In dit prisma wordt blauw sterker gebroken dan rood, met als gevolg dat bij de meeste mensen rode en blauwe beelden op het netvlies iets ten opzichte van elkaar verschoven zijn. In beide ogen gebeurt dit in tegen-gestelde richtingen (fig. 2). De situatie die dan ontstaat voor rode en blauwe beelden, is dezelfde als die we hebben voor objecten die zich op verschillende afstanden van ons bevinden. De beelden in beide ogen vertonen een dispariteit en dispariteit is de adequate stimulus voor het zien van diepte en afstand.

b. Machbanden. De eerste melding van het waarnemen van lichte en donkere banden bij de overgangsranden van een gradient contrast is van Ernst Mach. Bij een lichtverdeling volgens de getrokken lijn in fig. 3a zien we zones die relatief lichter (L), dan wel donkerder (D) zijn. Dit verschijnsel wordt toegeschreven aan laterale inhibitie. Neuronale activiteit, opgewekt als gevolg van lichtinval op één plaats op het netvlies werkt onderdrukkend op de daarnaast aanwezige activiteit. Bij een homogeen verlicht veld is het netto resultaat van locale excitatie en laterale inhibitie voor alle plaatsen gelijk. Bij een discontinuïteit zoals in fig. 3a is er minder inhibitie op de plaats L en juist méér op plaats D, zodat we daar respectievelijk een relatief hogere en relatief lagere helderheid waarnemen. Het helderheidsverloop in een veld waar in zo'n lichtverdeling bestaat kan beschreven worden als het resultaat van een convolutie van deze lichtverdeling met de in fig. 3b getoonde weegfunctie. Misschien ligt hier de oorzaak van de relatief grote scherpte waarmee we waarnemen, ondanks de slechte kwaliteit van de oogoptiek. Veelal wordt aangenomen dat dit soort laterale inhibitie een opscherpende werking heeft. Convolutie van een distributie volgens de getrokken curve in fig. 3c, met eenzelfde weegfunctie resulteert in een smallere distributie volgens de gestippelde curve. De meeste mensen nemen verschijnselen als kleurstereoscopie en Machbanden pas waar, nadat zij er een keer attent op zijn gemaakt. Dit is op zichzelf al een opvallend verschijnsel, omdat beide effecten voor de meeste

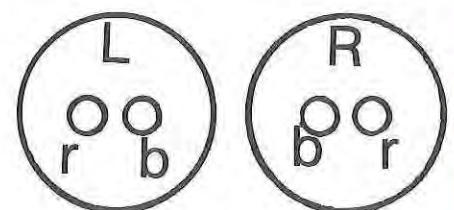


Fig. 2 Kleurstereoscopie. Afbeelding van rood en blauw op het netvlies van beide ogen.

mensen toch goed zichtbaar zijn. Blijkbaar is het noodzakelijk ze te leren zien. Pas dan kunnen we ze ook echt bewust waarnemen. Zolang we niet geleerd hebben iets te zien, valt waarneming daarvan buiten ons verwachtingspatroon. We negeren zoiets dan, zonder ons daar overigens bewust van te zijn.

c. Nabeelden. Ouderen onder ons herinneren zich wellicht de negatiefprentjes van Prinses Juliana met de prinsesjes die Engelse vliegtuigen in de oorlog boven ons land uitstrooiden. Als je daar een tijdje naar keek en daarna naar een licht plafond, dan zag je een herkenbaar positief beeld. Dit geïnverteerde nabeeld effect houdt verband met ons vermogen, ons aan een lichte of donkere omgeving aan te passen. Naarmate we langer in het duister verkeren neemt de gevoeligheid van ons visuele systeem toe. Pas na ruim een half uur bereiken we onze maximale gevoeligheid. Aanpassing aan een goed verlichte omgeving als we vanuit de duisternis komen gaat relatief snel. Dit proces van donker- en lichtadaptatie

daarvoor ook niet bestaat. Wat we echter wel kunnen constateren en zelfs kunnen kwantificeren is een verschil in tijdsvertraging. We kunnen bepalen hoeveel tijdsverschil we tussen twee gebeurtenissen moeten aanbrengen om ze toch tegelijkertijd waar te nemen. Mogelijk zijn loop- en verwerkingstijden verschillend voor verschillende zintuigen. Voor een visuele stimulus hangt de tijd onder meer af van de lichtsterkte. Hoe lichtsterker een stimulus is, des te sneller dringt ze door tot ons bewustzijn. Dit kan eenvoudig geïllustreerd worden met de "Pulfrich slinger". We houden daartoe voor één oog een neutraal filter met b.v. een transmissie van 10%. Het andere oog krijgt het licht van de slinger onverzwakt. De slinger schommelt in een vlak loodrecht op de kijkrichting. Met beide ogen kijkend zien we de slinger een ellipsvormige baan beschrijven zoals in fig. 4 is weergegeven. We zien vertraagd met beide ogen; maar de vertraging van het rechteroog is groter dan die voor het linkeroog. Op het moment dat we waarnemen kijken we dus in werkelijkheid naar plaatsen van de

dominerende gevoeligheid heeft mijns inziens geleid tot het inzicht, dat we in overwegende mate het vermogen hebben om verschillen te detecteren en dat we dus eigenlijk primair als differentiatoren functioneren.

Dit kan goed geïllustreerd worden met fig. 5a. De stimulus bestaat uit twee aan elkaar grenzende identieke velden. In beide velden is een gering luminantie verloop, waardoor er op de grens een contrast bestaat. Als we dit verloop beneden een bepaald niveau houden, ervaren we elk van de velden als homogeen. Dan zitten we echter wel met het probleem dat we een contrast (in dit geval ca. 10%) zien aan de grens. De oplossing die we daarvoor hebben is, dat we de beide velden ongelijk in helderheid ervaren. Als we (b.v. door een potlood voor ons oog te houden) de grens tussen beide velden afdekken, dan verdwijnt het helderheidsverschil. Fig. 5b illustreert dat we het effect zelfs kunnen overdrijven. Het rechterdeel wordt hier als minder helder ervaren dan het linker deel, hoewel de luminantie daarvan hoger is. Na afdekken van de grens blijkt dat dan ook. Blijkbaar is de sprong in luminantie bij de grens tussen de velden erg belangrijk bij het beoordelen van helderheid.

f. Edwin Land's "Mondriaans". Het onder g. beschreven effect speelt ongetwijfeld een belangrijke rol bij de demonstraties van Land om zijn "Retinex" (samenvoeging van retina en cortex) model voor kleur- en helderheid-perceptie te illustreren. Hoewel Land zijn grootste bekendheid heeft gekregen door de uitvinding van polaroid en het op de markt brengen van instant-camera's, is zijn visie op het waarnemen

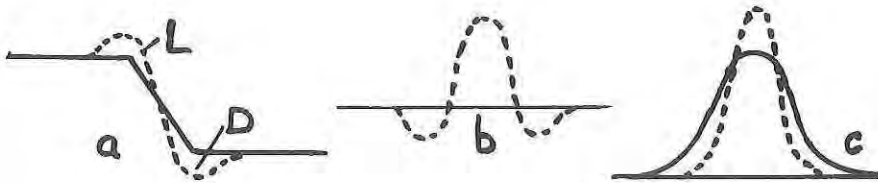


Fig. 3 Het waarnemen van Machbanden.

berust op chemische processen in de licht-gevoelige pigmenten van de receptoren. De omzettingen die daar bij lichtinval of lichtonthouding plaatsvinden zijn direct gebonden aan de plaats op het netvlies. Als een gedeelte van het netvlies wordt verlicht en de rest niet, dan daalt de gevoeligheid van de receptoren in dat deel. Als we daarna naar een homogeen verlicht vlak kijken dan lijkt het voor dat deel van het netvlies relatief donker. Zo'n nabeeld loopt mee met onze blikrichting. De afstand tot het homogene vlak waar we naar kijken is zelfs bepalend voor de grootte die we aan het nabeeld toeschrijven.

Ook bij een gekleurd patroon hebben we een nabeeld effect dat in dit geval complementair in kleur is. Waar oorspronkelijk groen werd afgebeeld zien we roodachtig; rood wordt groenig; geel wordt blauw; blauw wordt geel. Dit gaat echter pas op bij zodanige lichtsterkten dat de kegeltjes, die minder gevoelig zijn dan de staafjes, worden gestimuleerd. Het is het gevolg van chromatische adaptatie waarbij kegeltjes, afhankelijk van hun individuele spectrale gevoeligheid selectief meer of minder gevoelig worden als gevolg van voorafgaande belichting. Dit is het beste te zien met goed contrasterende, helder gekleurde vlakken.

d. Pulfrich slinger. We neigen sterk tot de overtuiging, dat iets pas werkelijk gebeurt op het moment dat we het zien gebeuren. Door de traagheid van diverse processen en de beperkte voortplantings-snelheid langs zenuwbanen is dat natuurlijk niet zo. Onze waarneming moet zeker ettelijke tientallen milliseconden vertraagd zijn. Deze vertraging is vrijwel niet te meten omdat het moment van waarnemen niet gedefinieerd is en een betrouwbare referentie

slingerbaan waar de slinger op verschillende voorafgaande tijdstippen was, dus naar verschillende plaatsen. We nemen de slinger dan waar op de plaats, waar de verbindingslijnen met de ogen elkaar snijden.

e. Contrast en helderheid. Ook als we volledig geïmponeerd zijn aan een licht-niveau, hangt de helderheid waarmee we een verlicht veld waarnemen niet alleen af van de eigen lichtsterkte, maar wordt deze in sterke mate mede bepaald door de lichtsterkte van de directe omgeving. Als de lichtsterkte van het omgevingsveld stijgt tot boven die van het testveld heeft dit een dramatisch gevolg voor de ervaren helderheid van dat testveld. Al vrij gauw lijkt dit nagenoeg zwart. Het ziet ernaar uit, dat de grootste invloed hierbij uitgaat van de grens tussen testveld en omgeving. Het is een duidelijk facet van de meer algemene regel dat we zo extreem gevoelig zijn voor veranderingen, zowel in ruimte als in tijd. Elke toestand in onze ervaringswereld neigt als het ware naar een gemiddelde, zolang die toestand aanhoudt. Elke verandering daarentegen, dringt relatief sterk door. Het ziet ernaar uit dat dit verschijnsel verband houdt met de gedachte dat elke toestand in een biologisch systeem gekenmerkt wordt door dynamische evenwichten. Elke verandering in de stimulusconditie gaat gepaard met evenwichtsverstoring. We adapteren ons aan zo'n evenwicht; nieuw toegevoegde informatie grijpt weer in op die evenwichtstoestand. De beschouwingen over biologische evenwichten hebben zich de laatste jaren sterk ontwikkeld, in samenhang met de daaraan gekoppelde oscillatieverschijnselen. Die, juist voor discontinuïteiten en veranderingen,

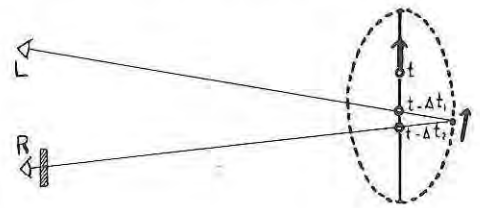
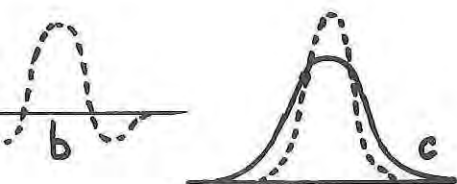


Fig. 4 Het effect van de Pulfrich slinger.

van kleur en helderheid erg interessant. Of de retinex-gedachte echt door kan gaan voor een model in de gebruikelijke zin van het woord, is nog maar de vraag. Zijn filosofie, dat we voor een goed begrip van visuele perceptie alle processen die daarbij een rol spelen, van de retina tot en met de cortex, in onze beschouwingen moeten betrekken, beschouw ik echter als essentieel. Te meer omdat we ons moeten realiseren dat er zoveel onderzoekers zijn die de ogen bewust of onbewust sluiten voor zaken die niet zo gemakkelijk beschreven kunnen worden aan de hand van perifere modellen, waarin de betekenis van het waargenomen geen plaats krijgt. Voor zijn demonstraties gebruikt Land stimuli, bestaande uit een groot aantal vlakken die verschillend zijn in luminantie en/of spectrale samenstelling. Ze vertonen een overeenkomst met sommige schilderijen van Mondriaan. Op deze stimuli superponeert hij een gradu-eel verloop van de luminantie (of van de spectrale samenstelling), waardoor vlakken met een zelfde lichtsterkte ontstaan, waarbij het ene vlak omgeven is door vlakken met een gemiddeld hogere

daarvoor ook niet bestaat. Wat we echter wel kunnen constateren en zelfs kunnen kwantificeren is een verschil in tijdsvertraging. We kunnen bepalen hoeveel tijdsverschil we tussen twee gebeurtenissen moeten aanbrengen om ze toch tegelijkertijd waar te nemen. Mogelijk zijn loop- en verwerkingstijden verschillend voor verschillende zintuigen. Voor een visuele stimulus hangt de tijd onder meer af van de lichtsterkte. Hoe lichtsterker een stimulus is, des te sneller dringt ze door tot ons bewustzijn. Dit kan eenvoudig geïllustreerd worden met de "Pulfrich slinger". We houden daartoe voor één oog een neutraal filter met b.v. een transmissie van 10%. Het andere oog krijgt het licht van de slinger onverzwakt. De slinger schommelt in een vlak loodrecht op de kijkrichting. Met beide ogen kijkend zien we de slinger een ellipsvormige baan beschrijven zoals in fig. 4 is weergegeven. We zien vertraagd met beide ogen; maar de vertraging van het rechteroog is groter dan die voor het linkeroog. Op het moment dat we waarnemen kijken we dus in werkelijkheid naar plaatsen van de



slingerbaan waar de slinger op verschillende voorafgaande tijdstippen was, dus naar verschillende plaatsen. We nemen de slinger dan waar op de plaats, waar de verbindingslijnen met de ogen elkaar snijden.

e. Contrast en helderheid. Ook als we volledig geïmponeerd zijn aan een lichtniveau, hangt de helderheid waarmee we een verlicht veld waarnemen niet alleen af van de eigen lichtsterkte, maar wordt deze in sterke mate mede bepaald door de lichtsterkte van de directe omgeving. Als de lichtsterkte van het omgevingsveld stijgt tot boven die van het testveld heeft dit een dramatisch gevolg voor de ervaren helderheid van dat testveld. Al vrij gauw lijkt dit nagenoeg zwart. Het ziet er naar uit, dat de grootste invloed hierbij uitgaat van de grens tussen testveld en omgeving. Het is een duidelijk facet van de meer algemene regel dat we zo extreem gevoelig zijn voor veranderingen, zowel in ruimte als in tijd. Elke toestand in onze ervaringswereld neigt als het ware naar een gemiddelde, zolang die toestand aanhoudt. Elke verandering daarentegen, dringt relatief sterk door. Het ziet er naar uit dat dit verschijnsel verband houdt met de gedachte dat elke toestand in een biologisch systeem gekenmerkt wordt door dynamische evenwichten. Elke verandering in de stimulusconditie gaat gepaard met evenwichtsverstoring. We adapteren ons aan zo'n evenwicht; nieuw toegevoegde informatie grijpt weer in op die evenwichtstoestand. De beschouwingen over biologische evenwichten hebben zich de laatste jaren sterk ontwikkeld, in samenhang met de daaraan gekoppelde oscillatieverschijnselen. Die, juist voor discontinuïteiten en veranderingen,

dominerende gevoeligheid heeft mijns inziens geleid tot het inzicht, dat we in overwegende mate het vermogen hebben om verschillen te detecteren en dat we dus eigenlijk primair als differentiatoren functioneren.

Dit kan goed geïllustreerd worden met fig. 5a. De stimulus bestaat uit twee aan elkaar grenzende identieke velden. In beide velden is een gering luminantieverloop, waardoor er op de grens een contrast bestaat. Als we dit verloop beneden een bepaald niveau houden, ervaren we elk van de velden als homogeen. Dan zitten we echter wel met het probleem dat we een contrast (in dit geval ca. 10%) zien aan de grens. De oplossing die we daarvoor hebben is, dat we de beide velden ongelijk in helderheid ervaren. Als we (b.v. door een potlood voor ons oog te houden) de grens tussen beide velden afdekken, dan verdwijnt het helderheidsverschil. Fig. 5b illustreert dat we het effect zelfs kunnen overdrijven. Het rechterdeel wordt hier als minder helder ervaren dan het linker deel, hoewel de luminantie daarvan hoger is. Na afdekken van de grens blijkt dat dan ook. Blijkbaar is de sprong in luminantie bij de grens tussen de velden erg belangrijk bij het beoordelen van helderheid.

f. Edwin Land's "Mondriaans". Het onder g. beschreven effect speelt ongetwijfeld een belangrijke rol bij de demonstraties van Land om zijn "Retinex" (samenvoeging van retina en cortex) model voor kleur- en helderheid-perceptie te illustreren. Hoewel Land zijn grootste bekendheid heeft gekregen door de uitvinding van polaroid en het op de markt brengen van instant-camera's, is zijn visie op het waarnemen

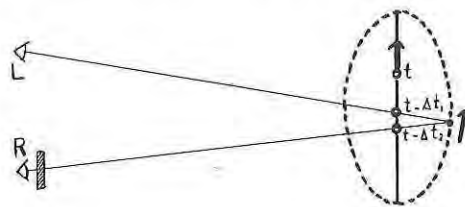


Fig. 4 Het effect van de Pulfrich slinger.

van kleur en helderheid erg interessant. Of de retinex-gedachte echt door kan gaan voor een model in de gebruikelijke zin van het woord, is nog maar de vraag. Zijn filosofie, dat we voor een goed begrip van visuele perceptie alle processen die daarbij een rol spelen, van de retina tot en met de cortex, in onze beschouwingen moeten betrekken, beschouw ik echter als essentieel. Te meer omdat we ons moeten realiseren dat er zoveel onderzoekers zijn die de ogen bewust of onbewust sluiten voor zaken die niet zo gemakkelijk beschreven kunnen worden aan de hand van perifere modellen, waarin de betekenis van het waargenomen geen plaats krijgt. Voor zijn demonstraties gebruikt Land stimuli, bestaande uit een groot aantal vlakken die verschillend zijn in luminantie en/of spectrale samenstelling. Ze vertonen een overeenkomst met sommige schilderijen van Mondriaan. Op deze stimuli superponeert hij een graduëel verloop van de luminantie (of van de spectrale samenstelling), waardoor vlakken met een zelfde lichtsterkte ontstaan, waarbij het ene vlak omgeven is door vlakken met een gemiddeld hogere

luminantie dan het andere. Het vlak met de lichte omgeving wordt dan als minder helder waargenomen dan het vlak met de minder lichte omgeving. Het effect is zo sterk, dat vaak een objectieve lichtmeting nodig is om waarnemers ervan te overtuigen dat ze niet voor de gek worden gehouden.

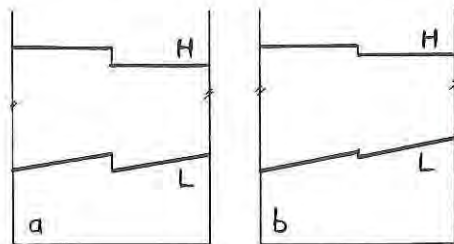


Fig. 5 De invloed van verlichting (L) op het zien van helderheid (H).

g. Kleurinductie. Het effect van de hierboven genoemde demonstratie treedt ook op in kleur, als we gekleurde vakken nemen en over de hele stimulus een verloop in spectrale samenstelling aanbrengen. De kleursensatie wordt door de omgeving altijd in complementaire richting gedrongen. Dit sluit aan bij een observatie van gekleurde schaduwen door Goethe. Hij heeft deze observatie ook betrokken in zijn "Farben Lehre", die ook op dit moment nog door sommigen aangevaard wordt als onderdeel van een verzameling levensbeschouwelijke uitgangspunten, ondanks de nu verworven inzichten in de mechanismen voor kleurperceptie.

Goethe constateerde dat de schaduw van een object in de sneeuw blauw is ten opzichte van de door de zon verlichte omgeving. Voor een deel kan dit het gevolg zijn van de verschillende spectrale samenstellingen van direct zonlicht en diffuus hemellicht, maar het komt mede door ons visuele systeem. Dit laatste kan geïllustreerd worden met twee projectoren, één met een grijsfilter en één met een roodfilter, waarvan de projectievelden samenvallen. Een voor het scherm gehouden project geeft dan twee (half) schaduwen, die spectrale samenstellingen hebben, overeenkomend met, respectievelijk, rood en grijs. We nemen ze echter waar als rood en groen. Ook bij andere kleurfilters verschuift de kleur van het grijze veld altijd in complementaire richting.

Dit is weer een illustratie van een algemene observatie, dat neutraal geen objectief begrip is. Hetgeen we als neutraal ervaren is niet eenduidig, maar verschuift als gevolg van éézijdige stimulatie. Misschien dat eenzelfde soort proces bepalend is voor de verschillende beoordelingen die Wiesel en Den Uyl hebben over Terlouw, om maar een actueel voorbeeld te geven. Het is alles relatief en het hangt er maar van af hoe je er tegenaan kijkt. Neutraal bestaat blijkbaar niet objectief, alleen relatief.

h. Vorminductie. De parallel die te trekken is tussen het verschuiven van chromatische neutraliteit onder invloed van éézijdige chromatische stimulatie en het beïnvloeden van vormperceptie door vorm-ervwante stimulatie is verleidelijk voor het veronderstellen van gelijksoortige mechanismen die aan al dit soort fenomenen ten grondslag liggen.

Een lijn, die op zichzelf door ons als recht wordt waargenomen, ervaren wij als gekromd, als tegelijkertijd een cirkelstructuur aanwezig is, waarvan het krommingsmiddelpunt niet met die lijn samenvalt (fig. 6a). De krommingsverandering is altijd tegenovergesteld aan de toegevoegde kromming. Evenzo zien we twee lijnen die we op zichzelf als evenwijdig ervaren, niet meer evenwijdig als we daar een visgraatpatroon op superponeren (fig. 6'b). Het ligt voor de hand te veronderstellen dat dit principe ook bij andere krommingen en hoeken werkzaam is, maar de ervaring leert nu eenmaal dat we veel gemakkelijker onderscheid kunnen maken tussen hoeken van 0° en 2° dan, bijvoorbeeld, tussen 32° en 34° . Wel kunnen we een compensatiemethode toepassen, waardoor we een op zichzelf kromme lijn als recht ervaren en twee niet geheel evenwijdige lijnen als evenwijdig, in aanwezigheid van zulke inducerende patronen.

i. Meervoudige interpretatie. Een afzonderlijke categorie van verschijnselen die bij uitstek het predicaat "visuele illusie" heeft verworven is die van ambigüiteiten. Hierbij kunnen we aan één en dezelfde stimulus, afhankelijk van de interpretatie, verschillende betekenissen toekennen. Het zijn juist deze ambigüiteiten die ons doen beseffen hoe weinig betrouwbaar, eenduidig, en objectief het functioneren van onze zintuiglijke waarneming is.

Het paar gezichten (of is het een vaas) in fig. 7 is één uit een veelheid van voorbeelden hiervan die als vermaaksbron dienst kan doen voor velen, maar tegelijkertijd aanleiding is geweest tot diepgaande beschouwingen van filosofen en psychologen.

Ook in de beeldende kunst zien we voorbeelden waar de kunstenaar kennelijk geïntrigeerd is geraakt door deze en andere visuele verschijnselen. Voorbeelden daarvan zijn Escher en Dalí.

5. Eind-beschouwing

De afbeelding van de fysische wereld in onze subjectieve wereld is blijkbaar onderhevig aan invloeden op diverse niveau's. Dit heeft tot gevolg, dat onze subjectieve belevenis niet altijd eenduidig is of strijdig kan zijn met wat we ons voorstellen van de werkelijkheid. In het algemeen hebben we de neiging om met de "werkelijkheid" strijdige observaties in twee klassen onder te brengen: enerzijds observaties die impliciet in modellen zijn ingebouwd, anderzijds observaties die dat niet zijn. De eerste worden dan beschouwd, of althans ervaren, als op zichzelf begrijpbare en beschrijfbaar nevenwerkingen; de laatste als visuele illusies. Adaptatie nabeelden, kleurstereoscopie en Mach-banden worden door degenen die het visuele systeem bestuderen méér gezien als bijkomstige nevenwerkingen, waar we wel raad mee weten omdat ze niet altijd in strijd zijn met ons model. Voor inductie en ambigüiteit geldt dit in mindere mate, waardoor we ze méér als illusoir ervaren. Het is te verwachten dat de grens van wat als illusoir wordt ervaren, op zal schuiven met de verdere uitbouw van modellen en met het meer algemeen worden daarvan. Het is de vraag of het terecht is dat sommige verschijnselen wel en andere niet als illusoir worden beschouwd. Uiteindelijk zijn al deze verschijnselen te zien als consequenties van de verwerking. Zelfs kunnen we ons afvragen of de zekerheid, die wij menen

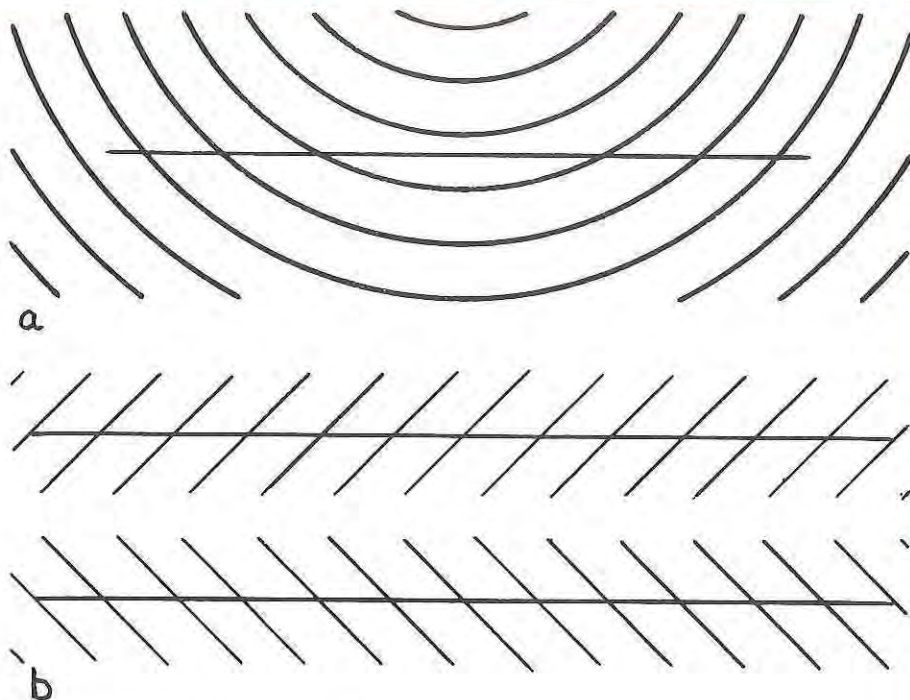


Fig. 6 Vorminductie verschijnselen.

te hebben als we iets "begrijpen" of zelfs kunnen "verklaren", niet even goed een illusie genoemd zou moeten worden. Deze zekerheid is eigenlijk een zekerheid die afgeleid is van de vooronderstellingen die we voor onze modelvorming hebben gedaan. Als iets past in zo'n model dan menen we het te begrijpen. De subjectiviteit van dit begrijpen zit niet in de logica van de redenering, maar in de relatieve waarde van de vooronderstellingen. Wat dat betreft bestaat er een parallel tussen beeldvorming via onze zintuigen en beeldvorming via onze gedachten. Omdat denkbeeldvorming altijd gebaseerd is op informatie die één's via de zintuigen is binnengekomen, kunnen die denkbeelden nooit volledig objectief zijn. In disciplines als recht, economie, kunst en politiek is het ontbreken van eenduidigheid gemakkelijk te constateren. Ze worden dan ook als subjectief ervaren. De exacte wetenschappen worden daarentegen als objectief ervaren. Ook deze objectiviteit moeten we echter relativiseren, omdat ook hier theorieën en modellen gehanteerd worden die, evenals bij onze perceptie, gebaseerd zijn op vooronderstellingen die altijd subjectiviteit inhouden. Bovendien worden resultaten van een verificatie-experiment als regel geïnterpreteerd vanuit dezelfde vooronderstellingen. Daarom wil ik besluiten met te constateren dat de tentoonstelling "Licht en Kleur" overduidelijk illustreert met wat we onderhand allemaal met licht en kleur kunnen doen. Zij kan niet tonen wat er verder mee zullen doen, omdat we daar nu eenmaal (nog?) geen weet van hebben. Of we het allemaal begrijpen is een zaak van definitie. Redenerend vanuit de vooronderstellingen die gemaakt zijn bij de formulering van theorieën, leven we in ieder geval met die illusie. We moeten ons echter realiseren, dat ons begrijpen relatief is en dat er wat dat betreft eigenlijk geen principieel verschil bestaat tussen het creëren van een religie en het creëren van een wetenschappelijke theorie.

We dienen ons bewust te zijn van het feit dat onze vooronderstellingen gebaseerd zijn op waarnemingen. Wat we waarnemen, doen we vooral op basis van wat

we geleerd hebben waar te nemen. Het toekennen van betekenis daaraan is voortdurend onderhevig aan vooronderstellingen. Hoewel we vaak zo vertrouwen op onze zintuigen, dat we iets pas geloven als we het zien, komt het er vaak méér op neer dat we zien wat we geloven.



Fig. 7 Een voorbeeld van ambigüiteit bij het zien.

Literatuur

- Gregory, R.L., *Visuele waarneming, Wereldakademie, De Haan-Meulenhof*
 Tolanski, S., *Optical illusions, Pergamon Press, London, 1967.*
 Voorhoeve, P.E., (redacteurs) *Leerboek der neurofysiologie, Elsevier, 1978.*
 Cornsweet, T.N., *Visual perception, Academic Press, New York, 1970.*

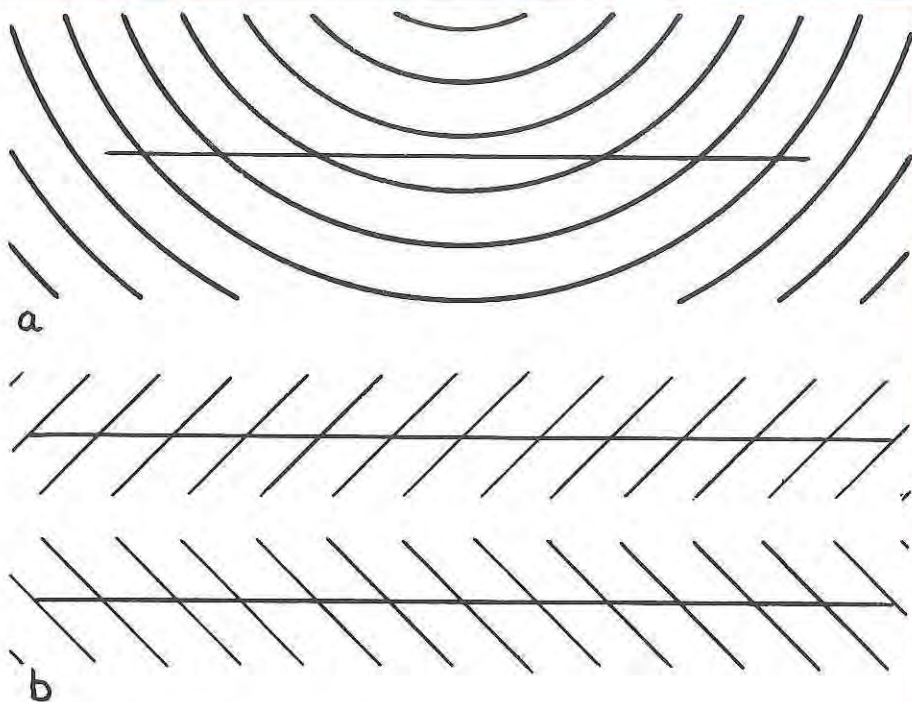


Fig. 6 Vorminductie verschijnselen.

te hebben als we iets "begrijpen" of zelfs kunnen "verklaren", niet even goed een illusie genoemd zou moeten worden. Deze zekerheid is eigenlijk een zekerheid die afgeleid is van de vooronderstellingen die we voor onze modelvorming hebben gedaan. Als iets past in zo'n model dan menen we het te begrijpen. De subjectiviteit van dit begrijpen zit niet in de logica van de redenering, maar in de relatieve waarde van de vooronderstellingen. Wat dat betreft bestaat er een parallel tussen beeldvorming via onze zintuigen en beeldvorming via onze gedachten. Omdat denkbeeldvorming altijd gebaseerd is op informatie die eens via de zintuigen is binnengekomen, kunnen die denkbeelden nooit volledig objectief zijn. In disciplines als recht, economie, kunst en politiek is het ontbreken van eenduidigheid gemakkelijk te constateren. Ze worden dan ook als subjectief ervaren. De exacte wetenschappen worden daarentegen als objectief ervaren. Ook deze objectiviteit moeten we echter relativeren, omdat ook hier theorieën en modellen gehanteerd worden die, evenals bij onze perceptie, gebaseerd zijn op vooronderstellingen die altijd subjectiviteit inhouden. Bovendien worden resultaten van een verificatie-experiment als regel geïnterpreteerd vanuit dezelfde vooronderstellingen. Daarom wil ik besluiten met te constateren dat de tentoonstelling "Licht en Kleur" overduidelijk illustreert met wat we onderhand allemaal met licht en kleur kunnen doen. Zij kan niet tonen wat er verder mee zullen doen, omdat we daar nu eenmaal (nog?) geen weet van hebben. Of we het allemaal begrijpen is een zaak van definitie. Redenerend vanuit de vooronderstellingen die gemaakt zijn bij de formulering van theorieën, leven we in ieder geval met die illusie. We moeten ons echter realiseren, dat ons begrijpen relatief is en dat er wat dat betreft eigenlijk geen principieel verschil bestaat tussen het creëren van een religie en het creëren van een wetenschappelijke theorie.

We dienen ons bewust te zijn van het feit dat onze vooronderstellingen gebaseerd zijn op waarnemingen. Wat we waarne- men, doen we vooral op basis van wat

we geleerd hebben waar te nemen. Het tekenen van betekenis daaraan is voortdurend onderhevig aan vooronder- stellingen. Hoewel we vaak zo vertrou- wen op onze zintuigen, dat we iets pas geloven als we het zien, komt het er vaak méér op neer dat we zien wat we geloven.



Fig. 7 Een voorbeeld van ambiguïteit bij het zien.

Literatuur

- Gregory, R.L., *Visuele waarneming, Wereldakademie, De Haan-Meulenhof*
 Tolanski, S., *Optical illusions, Pergamon Press, London, 1967.*
 Voorhoeve, P.E., (redacteurs) *Leerboek der neurofysiologie, Elsevier, 1978.*
 Cornsweet, T.N., *Visual perception, Academic Press, New York, 1970.*

CONTRIBUTIE 1982

Al voldaan?

giro nr. 3301027
 t.n.v. Penningmeester
 Histechnica te Delft

VERWANTE ORGANISATIES

Er bestaat wel eens wat verwarring over de verschillende verenigingen en organi- saties die momenteel op technisch museaal gebied actief zijn. Deze zijn:

TECHNISCH TENTOONSTELLINGS- CENTRUM (TTC)

Een dienst van de Technische Hoge- school te Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van tentoonstellingen op technisch historisch gebied en die tevens belast is met opsporing, registratie, beschrij- ving en behoud van waardevolle historische technische objecten en collecties. Het ligt in de bedoeling dat het TTC zich zal ontwikkelen tot een museum van de techniek.
 Adres: TTC, Kanaalweg 4, 2628 EB Delft.

STICHTING TECHNISCH HISTORISCHE VERZAMELINGEN (STV)

Vereniging van organisaties (stichtin- gen, instituten, verenigingen e.d.) en individuele personen die een technische verzameling hebben dan wel daar nauw bij zijn betrokken, met het doel tot gezamenlijke activiteiten (zoals bijv. exposities) te komen.
 Adres: Secretariaat STV, Roosbergseweg 24, 4854 Bavel (N.B.).

SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUM- VERENIGING (STM)

Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.
 Adres: Secretariaat Sectie Technische Musea, Evoluon, N.-Brabantlaan 1a, 5652 LA Eindhoven.

Het spreekt vanzelf dat "Histechnica" naar een zo hecht mogelijke samen- werking met en tussen bovengenoemde verenigingen streeft.

Secretariaat Histechnica: Achterom 23a, 2611 PL Delft, tel. 015-135438.
 Postgiro nr. 3301027
 t.n.v. Penningmeester Histechnica Delft.

HISTECHNICA

Secretariaat:
 Achterom 23A,
 2611 PL Delft.
 Tel. 015-135438
 (na 18.00 uur).

Postgiro nr. 3301027 ten name van:
 Penningmeester Histechnica Delft.





"HISTECHNICA"

Eind 1974 is opgericht de vereniging "Histechnica", een vereniging van vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC.

Deze vereniging heeft als doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het TTC bij haar activiteiten financieel te helpen en te steunen.

In dit centrum dat de bedoeling heeft meer te zijn dan een museum van de techniek, moet op een voor iedereen duidelijke manier getoond worden dat het de techniek van vroeger is die ten grondslag ligt aan het schijnbaar vanzelfsprekende technische comfort van vandaag.

Zo kan met modellen of originele exemplaren getoond worden welke opeenvolgende ontwikkelingsstadia een bepaald onderdeel van de techniek doorgemaakt heeft.

Ook kan men het publiek laten zien welke simpele bewerkings technieken toegepast werden.

Wanneer men het verleden van de techniek beter kent en begrijpt, kan men zich ook beter bezinnen over de techniek van vandaag en morgen. Om dit te kunnen realiseren heeft Histechnica 1000 gewone en 200 beschermende leden nodig.

Voor een gewoon lid bedraagt de contributie minstens f. 25,- per jaar; voor een beschermend lid tenminste f. 100,- per jaar.

U kunt dit werk steunen door u aan te melden bij het secretariaat van Histechnica, Achterom 23A, 2611 PL Delft.

Zoals bekend is Histechnica niet alleen geïnteresseerd in de geschiedenis van de techniek, maar ook in de huidige ontwikkelingen daarvan. Beide aspecten komen in dit nummer aan de orde.

In het eerste artikel duikt ons bestuurslid ir. S. Rozendaal in de geschiedenis van de opleiding van ingenieurs in Nederland naar aanleiding van het proefschrift van dr. ir. H.W. Lintsen over dit onderwerp. De heer Rozendaal is wetenschaps-journalist voor het NRC-Handelsblad waarin dit artikel eerder geplaatst werd. De illustraties zijn gekozen uit de TTC-fototentoonstelling, opgezet naar aanleiding van het 140-jarig bestaan van de TH-Delft. Deze tentoonstelling is nog tot en met 5 september 1982 te zien als onderdeel van de tentoonstelling TH-Toppers. In het tweede artikel bespreekt onze voorzitter, dr. ir. A.P. Oele het boek: "Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid" van de Amerikaanse hoogleraar in de computerkunde D.R. Hofstadter, dat handelt over een onderwerp dat momenteel sterk in de belangstelling staat: de creatie van kunstmatige intelligentie, beter bekend onder de afkorting A.I. (Artificial Intelligence). Het boek werd bekroond met de Pulitzer prijs (red.).

WAAR KOMEN ONZE INGENIEURS VANDAAN?

Ingenieurs kennen wij in ons land pas sinds het begin van de negentiende eeuw. In Engeland en Frankrijk was het beroep van ingenieur toen allang ingeburgerd. Waarom liep Nederland zo achter? Waarom waren onze ingenieurs aanvankelijk allemaal militairen? En waarom duurde het een halve eeuw voor het beroep hier te lande enig prestige verwierf?

Het proefschrift van ir. H.W. Lintsen, die in 1980 promoveerde op de ontstaans-geschiedenis van het ingenieursvak in Nederland, geeft antwoord op deze vragen.

Rond 1800 komen er tal van technische beroepen in Nederland voor: de ganzen-pennensnijder, de keurslijfmaker, de speldenmaker, de snippersnijder, de franjemaker, de touwslager, de pruiken-maker, de bezemmaker, de olieslager en de perkamentmaker.

Een opvallende afwezige en een waaraan wij tegenwoordig automatisch denken bij het woord techniek, is de ingenieur. Die bestond voor 1800 niet in dit land. Pas in de vorige eeuw kwam dit nieuwe beroep uit Engeland en Frankrijk over-waaien. Het kreeg hier in het begin nauwelijks een voet aan de grond. Pas tegen het eind van de negentiende eeuw is de ingenieur in Nederland een ingebur-gerd verschijnsel geworden.

Ir. H.W. Lintsen heeft zich de afgelopen zes jaar in de ontstaansgeschiedenis van de Nederlandse ingenieur verdiept; om uit te vinden wat voor iemand de negentiende-eeuwse Nederlandse ingeni-eur was, heeft hij tal van particuliere brieven uit de archieven gehaald en is hij op het proefschrift "Ingenieurs in de negentiende eeuw" eind mei 1980 ge-promoveerd aan de TH in Eindhoven. In zijn studie wordt tevens weergegeven hoe de industrialisatie in Nederland is begonnen.

Opvallend is het dat het verband tussen de industrialisatie en het ingenieurs-beroep in Nederland minder duidelijk is geweest dan in de bakermat van de

industriële revolutie, Engeland.

Kruisbestuiving

In Engeland ontstond tijdens die indus-triële revolutie een nauw contact tussen wetenschapper en industrieel. "Dit was de tijd van Lunar Society in Birmingham en de Black Country, die bij volle maan vergaderde in de huizen van leden en waartoe John Wilkinson hoorde, de ijzer-fabrikant die leefde voor ijzer, aan niets anders dacht en in een ijzeren doodkist werd begraven; verder waren lid de aardewerkfabrikant Wedgwood, Edg-worth, de geniale Ier vol wilde en nobele plannen voor sociale verbeteringen, de half-ernstige, half-vermakelijke radicaal Thomas Day, de dichterlijke maar praktische dr. Erasmus Darwin uit Lich-field, de radicale filosoof en chemicus Joseph Priestly, de melancholieke en onvermoeibare Schot James Watt met zijn jongere landgenoot Murdoch, de uitvinder van gasverlichting en ten slotte het hart en middelpunt van de hele be-weging, de rijke, ondernemende, joviale en gastvrije Matthew Boulton, de knopenmaker uit Birmingham die de eerste fabrikant van stoommachines werd".

Dit citaat (uit "Science in history" van de Engelse wetenschapshistoricus J.D. Bernal) illustreert hoe de ingenieur aan het eind van de achttiende eeuw is ont-staan: uit een kruisbestuiving van am-bachtelijke techniek, universitaire ge-leerdheid en slimme ondernemingszin. Echter niet in Nederland, zoals Lintsen duidelijk maakt. Nog een eeuw na de Lunar Society bestond er in Nederland nauwelijks enig contact tussen industrie en wetenschap. De ontwikkeling van het ingenieursberoep in Nederland heeft niets met de industrie, maar alles met de rijksoverheid te maken gehad. Pas toen de Nederlandse water- en spoor-wegen door de nieuwkomers waren ge-

RECTIFICATIE

In de introductie van het artikel over Licht en Kleur in H-nieuws nr. 17 is abu-sievelijk als auteur prof. dr. G. van den Berg genoemd. Dit had natuurlijk prof. dr. G. van den Brink moeten zijn, zoals ook genoemd bij het artikel zelf. Hier-voor onze excuses. Professor van den Brink is behalve hoogleraar aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam ook buitengewoon hoogleraar in de biologi-sche natuurkunde aan de TH Delft (red.).



Gebouw voor Geodesie, Kanaalweg 4, ca. 1900. Hierin is thans het TTC gevestigd. Bron: Gemeentelijke Archiefdienst, Delft.



*Gebouw Koninklijke Academie, Oude Delft 96, ca. 1860.
Bron: Gemeentelijke Archiefdienst, Delft.*

construeerd, had de ingenieur in Nederland een sociale status verworven. Het duurde vervolgens nog tot na de eerste wereldoorlog voordat Nederlandse bedrijven (met name Shell – of liever BPM toen – en Philips) op grote schaal ingenieurs in dienst namen. En nog steeds weet het merendeel van de Nederlandse industrie (het klein- en middelgroot bedrijf) niet hoe een ingenieur er uitziet. De Nederlandse ingenieur is een kind van de Nederlandse officier en de Napoleonische bureaucraat. Bij de artillerie en de genie aan het eind van de achttiende eeuw ontstaan langzamerhand een officier, die ingenieurstrekkjes vertoont. Bij de officiersopleidingen in Breda, Zutphen, Den Haag en Groningen werd toen wiskunde, werktuigkunde, natuurkunde, artilleriewetenschap, versterkingskunst en vestingbouw onderwezen.

Achterstand

In de burgermaatschappij is het op dat moment treurig gesteld met de stand van de techniek. De Nederlandse industrieën lopen een ernstige achterstand ten opzichte van Engeland op. Lintsen: "De achtergebleven technische ontwikkeling moet eerder als een gevolg aanmerken maar werkt daarop ook weer als een oorzaak van de achteruitgang van de nijverheid. Men raakt in een vicieuze cirkel. Technische vernieuwing blijft onder andere achter door de weinig kapitaalcrachtige fabrikanten, zodat men de traditionele produkten blijft produceren, die echter door het buitenlands artikel van hogere kwaliteit worden verdrongen". Natuurlijk, er zijn uitzonderingen – ondernemende ondernemers. De Rotterdamse koopman Pieter Hodenpijl bijvoorbeeld richt met de steun van twee Engelsen in 1776 in Kralingen een mechanische katoen- en wolspinnerij op. In datzelfde jaar wordt voor de polderbemaling van de Rotterdamse binnenstad na ijverig lobbyen van de horlogemaker Steven Hoogendijk een stoommachine uit Engeland gehaald. Die het echter niet doet.

De eerst werkende stoommachine van Watt staat in 1787 ook in Rotterdam voor de bemaling van de Blijdorpolder. Algemeen toegepast werden de nieuwe methoden en machines echter niet. Volgens Lintsen door technische moeilijkheden, gebrek aan risicokapitaal, gebrek aan deskundigheid, verzet bij de

arbeiders tegen vernieuwingen en de lusteloosheid van fabrikanten en bestuurders.

In de tijd dat in Engeland de industriële ingenieur ontstaat, komt in Frankrijk de overheidsingenieur op die zich voornamelijk met de waterstaat bezighoudt. Het is dit type dat model staat voor de Nederlandse ingenieur wanneer Nederland in 1795 door het Franse leger wordt bezet. De Bataafse Republiek die in 1795 wordt uitgeroepen, slaat naar analogie van Frankrijk aan het centraliseren.

Eén van de eerste gebieden is de zorg voor de rivieren en zeeën. Rond de eeuwwisseling komt er dan ook een algemene (rijks)waterstaat van de grond. Aan het begin van de negentiende eeuw is er voor het eerst sprake van het korps ingenieurs van de waterstaat. Dat korps bestaat uit zowel waterbouwkundigen die in de praktijk zijn gevormd, als militairen die een technisch-wetenschappelijke opleiding aan de militaire academies (vooral die van Breda) hebben gehad. Tussen de beide groepen heerste in het begin van de negentiende eeuw een voortdurende, bijna op strijd gelijkende concurrentie.

De twee topingenieurs uit die tijd, de uit het leger afkomstige Jan Blanken Jans-

zoon en de niet-militaire geschoolde Adrianus Goudriaan weigerden zelfs jarenlang met elkaar om te gaan.

Fijnje

Een belangrijke verdienste van Lintsens studie is dat hij boven tafel heeft gehaald wie de eerste Nederlandse civiele ingenieur was. Geen erg sympathiek iemand: uiterst ambitieus en meer dan zelfverzekerd. Bij zijn benoeming tot aspirant-ingenieur schrijft J.G.W. Fijnje in 1842 aan de minister: "Een drukke en leerzame dienst zoude hetgeene zijn, wat ik het meest zoude ambitioneeren" en zijn vader H.F. Fijnje is in 1847 na een beschuldiging van plichtsverzuim uiterst verbolgen: "Welk een krenking van eer voor een ambtenaar, die zijn geheel leven met opoffering van maatschappelijke en huiselijke genoegens, zich geheel aan den dienst gewijd heeft, die door de steeds toenemende uitgebreidheid en ingewikkeldheid van dien dienst, zelfs noodzaak is, de zon- en feestdagen (aan anderen tot rust, of ter behartiging van eigen belangen gegeven) aanhoudend tot dien dienst te besteden, om den loop derzelve zoo veel mogelijk gaande te houden".

Tallos zijn ook de brieven waarin ingenieurs de minister erop wijzen dat zij beter dan hun collega's zijn. P.T. Grinwis bijvoorbeeld vraagt tussen 1827 en 1836 meermalen om tot hoofdingenieur gepromoveerd te worden en aarzelt daarbij niet om flink opzij en naar beneden te trappen. Hij wijst de minister erop dat "de hoofdingenieurs Wellenbergh, De Thomèze en meer anderen met mij in februari 1811 tot ingenieur der tweede klasse benoemd, om eerder met mindere kennis bij de werken te zijn gekomen, en daarbij nog traktement of daggelden te hebben genoten, daarom niet geacht kunnen worden meerder recht te hebben op bevordering".

Ondanks alle ambitie en al het harde werken van de waterstaatsingenieurs, krijgt het beroep echter nauwelijks aanzien. De civiele ingenieur kreeg veel minder betaald dan zijn collega's in het leger en bij het werk wordt de ingenieur vaak gepasseerd door de in de praktijk gevormde technicus.

Vereniging

Om het beroep meer aanzien te geven, wordt in 1847 door de waterstaatsingenieurs met "militaire achtergrond" Van der Kun en F.W. Conrad, samen met de directeur van de in 1842 opgerichte



Laboratorium voor Toegepaste Natuurkunde en Elektrotechniek, Kanaalweg 2b. College prof. Snijders, ca. 1920.

civiele ingenieursschool in Delft, Simons, een vereniging van ingenieurs opgericht. Sinds 1848 heet die vereniging het Koninklijk Instituut van Ingenieurs; dat instituut bestaat nog steeds.

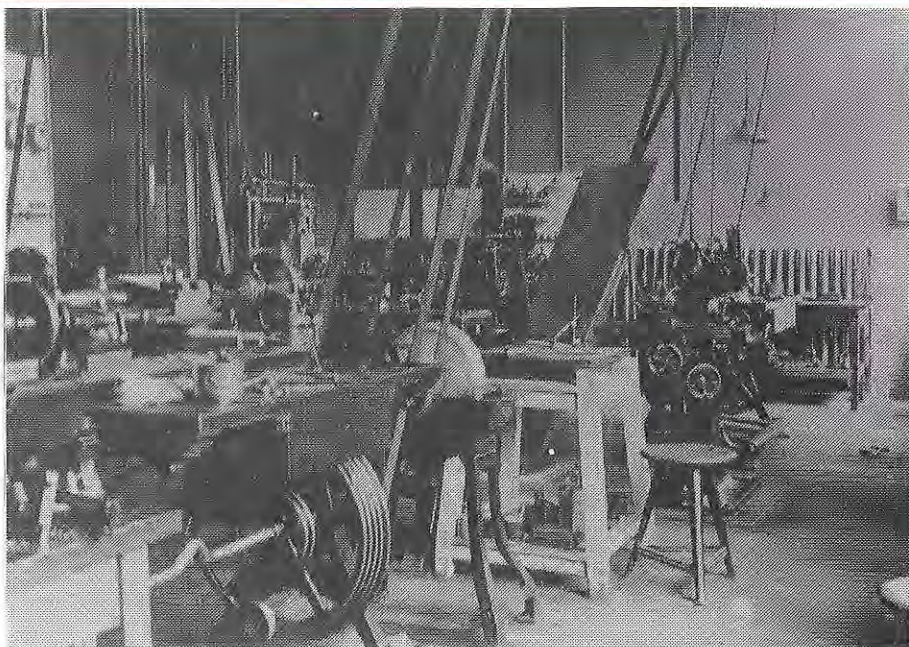
Doel van de vereniging is "de bevordering van de kunst des ingenieurs in de uitgestrekten zin. De ondervinding, de opmerkingen, de proeven, de uitvindingen der ingenieurs, behoeven niet meer in hunne werkkamers besloten te blijven; zij kunnen meer openlijk behandeld, in dezelfde waarde beoordeeld en geschat worden, en de lichtende stralen der kunst kunnen zich als in één brandpunt verenigen".

In de tweede helft van de negentiende eeuw begint Nederland te industrialiseren. Opvallend laat: in Engeland heeft de industriële revolutie, gekenmerkt door mechanisering, zich voltrokken aan het eind van de achttiende eeuw. België volgde snel en Frankrijk en Duitsland industrialiseerden in de eerste helft van de negentiende eeuw. In 1837 zijn er in Nederland 72 stoommachines en in 1853 392. België daarentegen had in 1844 al 1448 stoommachines.

De Nederlandse maatschappij leek ook niet zo erg te voelen voor de nieuwe technieken. In de eerste helft van de negentiende eeuw wordt er in Nederland bijvoorbeeld een vrij felle maatschappelijke discussie over de spoorwegen gevoerd. Er is nogal wat verzet tegen het overnemen van deze innovatie uit Engeland. Als argumenten worden onder andere gebruikt de mogelijkheid van rampen door ontsporingen, ketelontploffingen, branden door locomotiefvonken, reizigers die door de snelheid zouden stikken of door het geraas een hersenziekte krijgen.

Wanneer echter België wel spoorwegverbindingen gaat aanleggen, wordt gevreesd voor de handelspositie van Nederland. Waterstaatsingenieur Van der Kun zegt dan ook in 1845: "Spoed is thans geen toverwoord der theoristen meer; spoed is in de zeden doorgedrongen, spoed is eene behoefte der beschaafde volkeren geworden!!".

Bij de eerste lijnen (Amsterdam-Haarlem in 1839, doorgetrokken tot Rotterdam in 1847 en Amsterdam-Utrecht in 1843) worden op grote schaal waterstaatsingenieurs betrokken. In diezelfde tijd ontstaat er met de Grondwetsherziening van 1848 een politieke vernieuwing en wordt in Delft de opleiding voor civiele ingenieurs



Laboratorium voor Toegepaste Natuurkunde en Elektrotechniek, Kanaalweg 2b. Werkplaats, ca. 1915.

gesticht. Deze ontwikkelingen spelen volgens Lintsen mee om de ingenieur in de tweede helft der negentiende eeuw langzaam de zo door hem verlangde status te laten bereiken. Lintsen: "Het schuwe en introverte maakt plaats voor een uitgebreide legitimering tegenover de samenleving als geheel. Uit de duisternis treedt de ingenieur in het licht der geschiedenis".

De nijverheid

Na de waterstaat en de spoorwegen wordt de nijverheid de belangrijkste afnemer van de Delftse ingenieurs.

Ingenieurs als Pieter Caland, Van der Kun en Conrad worden alom gerespecteerd, niet in het minst als gevolg van de constructie van de Rotterdamse Waterweg en het Noordzeekanaal. Het Kamerlid mr. S. Baron van Heemstra merkt in 1865 dan ook op: "Wij hebben een uitmuntend korps ambtenaren van den waterstaat, waaronder mannen gevonden worden, die Europese beroemdheid en naam hebben gekregen, die zeer dikwijls in naburige en zelfs ver verwijderde landen mag men zeggen, geraadpleegd worden, een korps waarover ook buiten de grenzen van ons land rondom met lof wordt gesproken".

Aan het eind van de negentiende eeuw wordt de ingenieur steeds actiever, ook op politiek gebied. De ingenieur die dagelijks constateert hoe beroerd de arbeidsomstandigheden zijn, ijvert voor verbetering van ouderdomsvoorzieningen, invaliditeitsuitkeringen, hygiënische omstandigheden en preventieve gezondheidszorg.

Er wordt zelfs over een nieuw type ingenieur — de sociale ingenieur — gesproken. In 1904 wordt er een sociaal-technische vereniging van democratische ingenieurs en architecten door Delftse studenten opgezet — een vereniging duidelijk verwant aan de SDAP. Het zijn ook twee Delftse ingenieurs, Cornelis Lely en Philips Willem van der Sleyden die rond de eeuwwisseling als ministers sociale wetten realiseren.

De ingenieur heeft dan eindelijk zijn doel bereikt, hij heeft erkenning en macht gekregen.

Ir. H.W. Lintsen, Ingenieurs in Nederland in de negentiende eeuw, hun streven naar erkenning en macht, Martinus Nijhoff, 1980.

Door: Simon Rozendaal.



Scheikundig Laboratorium, Westvest, 1924. Bron: Gemeentelijke Archiefdienst, Delft.

CREATIEF NADENKEN OVER HET DENKEN MET BEHULP VAN EEN ORDELIJK KLUWEN

Een beschouwing naar aanleiding van het boek:

Douglas R. Hofstadter, "Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid", Harvester Press, 1979, Penguin, 1980/81.

Iemand, die beweert, dat ons leefpatroon en ons welvaartsniveau in sterke mate worden bepaald door wetenschap en techniek, trapt een open deur in. Wanneer daaraan wordt toegevoegd, dat diezelfde techniek en wetenschap onvoldoende aan bod komen in onze cultuur, wordt duidelijker wat er aan de hand is.

Het besef van dit culturele tekort is blijkbaar duidelijker aanwezig in de Verenigde Staten dan in Europa. De paar werkelijk goede, in de zeventiger jaren verschenen, populair-wetenschappelijke boeken die een boodschap hebben voor onze cultuur, zijn alle van Amerikaanse oorsprong. Dat kan geen toeval zijn. Genoemd moge worden in dit verband het boek van Robert Pirsig: "Zen and the Art of Motorcycle Maintenance" en het boek van Gary Zukav: "The dancing

Wu-Li Masters". Het eerste boek trok enkele jaren geleden erg veel aandacht, omdat het de relatie van mensen met hun technische gebruiksvoorwerpen plaatste in een breder filosofisch kader, waarin ook het begrip kwaliteit grondig werd uitgediept.

Het tweede boek, dat niet zolang geleden is verschenen en in een pocket-uitgave te koop is, is niet minder belangwekkend. Het behandelt zonder enige formule, maar toch bijzonder begrijpelijk de moderne fysica van de elementaire deeltjes. Er wordt ons daarbij een nieuwe werkelijkheid getoond, die met de beperkte menselijke uitdrukingsmogelijkheden van onze taal slechts gedeeltelijk is te vatten. Zukav slaagt erin dat tekort in onze perceptie, met een knappe uitleg en enige filosofische beschouwingen geen

belemmering te doen zijn in het begrip voor de moderne fysica.

Datzelfde tekort komt aan de orde in het boek van Hofstadter. Ook deze schrijver doet zich kennen als een man met een brede belangstelling, die tal van nieuwe verbanden ziet en die er behoefte aan heeft om die aan een breed publiek te etaleren. Hij graaft minstens zo diep als Zukav en Pirsig. Zijn terrein is niet de filosofie en ook niet de relativiteitstheorie of quantummechanica, maar de wiskunde en het streven om door het maken van computerprogramma's kunstmatige intelligentie te creëren. Hij doet dat op een even wijdlopie als enthousiaste manier. Hij ziet in de ontwikkeling op die gebieden parallellen met de celgenetica, de hersenbiologie en . . . de moderne surrealistische kunst zowel als de muziek van

Bach. Meer nog dan Pirsig en Zukav brengt Hofstadter zijn inzichten in relatie met die van de vernieuwende kunst. Het gaat om eenzelfde boodschap. Zowel kunstenaars als wetenschappers proberen de wereld te verrijken door met hun werk iets te ontsluiten van een tot dan toe versluierde en mystieke werkelijkheid. Het gaat om voortgaande verlichting in plaats van blijvende versluiting.

Het boek van Hofstadter laat zich niet zo gemakkelijk lezen als de hierboven genoemde boeken van Pirsig en Zukav. Er komt een flink brok moderne getaltheorie in voor. Wanneer men echter de moeite neemt om daar doorheen te komen, dan wordt men wel beloond. Het lezen wordt vergemakkelijkt door de beschouwingen over de achtergrond van de grafiek van Escher en de fuga's van Bach. Bovendien komt ook het surrealisme van Margritte aan de orde. Deze uitstapjes naar de kunst worden gemaakt om aan te tonen dat het intelligente denken pas begint op een moment dat men van een gesloten logisch patroon overstapt op een hoger niveau waarin nieuwe patronen de signalen van het lagere niveau oppakken en verder verwerken. Ook de recirculatie daarvan op dat lagere niveau komen uitvoerig aan de orde.

De schrijver laat zien hoe men bij de opbouw van een computerprogramma de informatieverwerking zo kan sturen, dat er een denkproces mogelijk wordt gemaakt, parallel aan datgene wat zich in menselijke denkprocessen voordoet.

Het zijn de opstapjes naar een andere en "hogere" kringloop in het toetsingsproces van de informatieverwerking, die de computer doet denken. Door een goede schakeling van kringlopen acht hij programmamakers zeer wel in staat om computers te leren denken. Hij ziet geen absolute grens in het creëren van kunstmatige intelligentie. Die kunstmatige intelligentie zal ons naar alle waarschijnlijkheid niet helpen om ons eigen zieleleven beter te begrijpen, maar zal wel in de praktijk enorm nuttig en bruikbaar kunnen zijn.

Hofstadter waagt zich ook aan een beschouwing van de biologische regelprocessen, zoals deze hun oorsprong vinden in die merkwaardige opeenhoping van informatie en programmering van het DNA in de levende cel. Ook de ontroning van de klassieke wiskunde komt aan bod. Het zijn overigens niet de gemakkelijkste passages, waarin de auteur laat zien hoe Gödel het wiskundige gebouw van Bertrand Russell onderuit haalde. Er bestaat geen absolute waarheid in de wiskunde. Hij laat ook blijken, dat het zinloos is om als mensen de pretentie te hebben, dat wij uiteindelijk het totale inzicht kunnen verwerven in de werkelijkheid om ons heen.

Hoofdzak voor Hofstadter is, dat we het belang zien van het denken op verschillende niveaus en van het oppakken van signalen die op een lager niveau zijn verwerkt om ze op een hoger niveau te gebruiken voor verdergaande gevolgtrekkingen.

Hofstadter ziet in het menselijke denkproces, zoals zich dat in de hersens afspeelt, een kluwen van zeer vele kringlopen op verschillende niveau waarin de eenvoudige gevolgtrekkingen op de lagere niveaus onbewust en met een automatisme, zoals we dat ook van de computer kennen, tot stand komen.

In de loop van de evolutie heeft de mens geleerd zich geen zorgen te maken om de gang van zaken op die lagere denkniveaus en zich te beperken tot het verwerken van de naar boven komende voornaamste signalen, die voor zijn relatie met de omgeving van directe praktische betekenis zijn.

Het boek van Hofstadter is geen lofzang op de existentiële genoegens van het gebruik of beleven van de moderne techniek. Het is wel een boek, dat getuigt van het plezier in het doordenken van logische verbanden. Het laat ook iets zien van de creativiteit, die verbonden

is aan het optillen van de resultaten van een bepaald denkproces naar een ander hoger gelegen niveau. Het zijn dezelfde effecten, die ons mensen in de muziek en de beeldende kunst al eeuwenlang in verrukking hebben weten te brengen. Hofstadter slaagt erin aan te tonen, dat er geen eind hoeft te komen aan de verdere vermeerdering van onze praktische kennis en onze mogelijkheden, als we ons tegelijkertijd nuchter en bescheiden weten op te stellen tegenover de ons omringende werkelijkheid. Voor mensen die, ondanks allerlei ontsparingen, in de vooruitgang geloven, schreef Hofstadter een bemoedigend boek.

A.P. Oele.

VERWANTE ORGANISATIES

Er bestaat wel eens wat verwarring over de verschillende verenigingen en organisaties die momenteel op technisch museaal gebied actief zijn. Deze zijn:

TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)

Een dienst van de Technische Hogeschool te Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van tentoonstellingen op technisch historisch gebied en die tevens belast is met opsporing, registratie, beschrijving en behoud van waardevolle historische technische objecten en collecties. Het ligt in de bedoeling dat het TTC zich zal ontwikkelen tot een museum van de techniek.
Adres: TTC, Kanaalweg 4, 2628 EB Delft.

STICHTING TECHNISCHE HISTORISCHE VERZAMELINGEN (STV)

Vereniging van organisaties (stichtingen, instituten, verenigingen e.d.) en individuele personen die een technische verzameling hebben dan wel daar nauw bij zijn betrokken, met het doel tot gezamenlijke activiteiten (zoals bijv. exposities) te komen.
Adres: Secretariaat STV, Roosbergseweg 24, 4854 Bavel (N.B.).

SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)

Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.
Adres: Secretariaat Sectie Technische Musea, Evoluon, N.-Brabantlaan 1a, 5652 LA Eindhoven.

Het spreekt vanzelf dat "Histechnica" naar een zo hecht mogelijke samenwerking met en tussen bovengenoemde verenigingen streeft.

Secretariaat Histechnica: Achterom 23a, 2611 PL Delft, tel. 015-135438.
Postgiro nr. 3301027
t.n.v. Penningmeester Histechnica Delft.

AGENDA HISTECHNICA

- 4 september : excursie **Museum voor Scheepsarcheologie** te Ketelhaven.
- 18 september : uitreiking **Persprijs Histechnica**, met lezing van prof. ir. B.P.Th. Veltman over: "De actualiteit van Leonardo da Vinci", TTC, Kanaalweg 4 te Delft, 10.30 uur.
- 5 oktober : bestuursvergadering, TTC, 17.00 uur.
- 13 november : algemene ledenvergadering, TTC.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

De aangekondigde tentoonstelling over **Leonardo da Vinci** kan helaas voorlopig niet doorgaan. Daarvoor in de plaats heeft het TTC kans gezien op korte termijn een bijzonder aantrekkelijke tentoonstelling te realiseren onder de naam:

- **TH-Toppers**, tot en met 5 september 1982.
Een selectie uit de rijke collecties van diverse afdelingen van de TH-Delft.
- **Holografie**, permanent.
Er zijn weer diverse nieuwe hologrammen opgenomen.

In voorbereiding:

- **Schrijfmachines**, collectie Technisch Museum Praag.
- **Gezichtsbedrog**.

HISTECHNICA

Secretariaat:
Achterom 23a,
2611 PL Delft.
Tel. 015-135438
(na 18.00 uur).

Postgiro nr. 3301027 ten name van:
Penningmeester Histechnica Delft.





"HISTECHNICA"

De 114 jaar oude spoorbrug te Culemborg heeft de afgelopen maanden nogal in de belangstelling gestaan, omdat de brug nog dit jaar zou worden vervangen. Ook Histechnica heeft hier aandacht aan willen besteden.

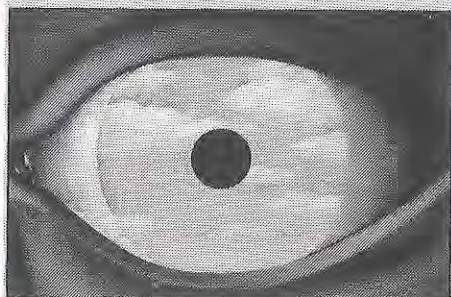
In het eerste artikel geven onze bestuursleden A. Waalewijn en R. Lutke Schipholt daarom een beschrijving van de beweging geschiedenis van deze brug. Inmiddels is de grote overspanning vervangen door een nieuwe staalconstructie. Hoe dat in zijn werk ging was te zien in het televisieprogramma "Van Gewest tot Gewest" op 10 november j.l. Daarbij kwam naar voren dat de brug gedeeltelijk zal worden bewaard. De Culemborger G. Koolhof schreef een boekje over de brug, getiteld: "De spoorbrug bij Culemborg".

De creatie van kunstmatige intelligentie en de implicaties daarvan laten ons niet los.

In het tweede artikel geeft ons bestuurslid A. Compagner een beschouwing over dit onderwerp naar aanleiding van het boek: "The Mind's I" van de Amerikaanse hoogleraren D.R. Hofstadter, computerkundige en D.C. Dennett, filosoof. Histechnica is van plan om in de loop van het volgende jaar een lezing over dit onderwerp te houden (red.).

The MIND'S I

Fantasies and Reflections on Self & Soul



Een gedeelte van de omslag van het boek The Mind's I met een schilderij van René Magritte.



De grote overspanning met drievoudig vakwerk.

DE GESCHIEDENIS VAN DE SPOORBRUG BIJ CULEMBORG

door ir. A. Waalewijn.

Inleiding

(door ing. R. Lutke Schipholt).

De aanleiding van dit artikel is de vervanging (eind 1982) van de meer dan 100 jaren oude spoorbrug.

De brug is om verscheidene redenen aan vervanging toe:

1. Vermoeiing van de welijzeren constructie

De brug werd na vermoeiingsonderzoek in 1967 en 1973, uitgevoerd door het Stevin Laboratorium van de Technische Hogeschool Delft in opdracht van de Nederlandse Spoorwegen, nog voor minstens tien jaar gegarandeerd mits er enige beperkende maatregelen ten aanzien van het treinverkeer zouden worden genomen.

Een eerste beperking gold de maximum snelheid; een tweede dat de zwaarste goederentreinen elkaar op de brug niet mochten passeren.

Uit exploitatie oogpunt voor de Nederlandse Spoorwegen geen aantrekkelijke maatregelen voor de langere termijn.

De adviezen werden vooral ingegeven door de overweging, dat er relatief weinig onderzoek was gedaan aan het vermoeiingsgedrag van welijzer onder het huidige belastingsspectrum.

2. Roestvorming

Het bleek noodzakelijk, bij instandhouding van de brug, nogal ingrijpende versterkingen te moeten aanbrengen om de gevolgen van de roestvorming te compenseren.

3. Aansluitingen

De aansluiting zonder knoopplaten van de diagonalen en vertikalen op de randen van de boven- en onderrand van het vakwerk gaf problemen. Door deze manier van aansluiten krijgt het welijzer plaatselijk spanningen te verduren loodrecht op de vezelrichting van het materiaal.

Het welijzer is door zijn karakteristieke gelaagde structuur niet zo geschikt om krachten loodrecht op de vezelrichting op te nemen.

Al deze feiten hebben ertoe geleid, dat de brug niet meer wordt aangepast aan de huidige eisen, maar dat de gehele brug wordt vervangen.

De hoofdoverspanning door een stalen brug en de zijoverspanningen door betonnen bruggen.

Ter gelegenheid van de 80ste verjaardag van G. van Diesen verscheen op 21 mei 1906 een speciaal aan hem gewijd nummer van *De Ingenieur*. Van Diesen was een veelzijdig waterstaatsingenieur, die zijn carrière afsloot als Hoofdinspecteur van de Waterstaat (1891-1894). Als eerst aanwezend ingenieur was hij verantwoordelijk geweest voor de bouw van de spoorwegbrug over de Lek bij Culemborg, vandaar dat één van de bijdragen in het feestnummer van *De Ingenieur* in 1906, van de hand van J. Schroeder van der Kolk de titel droeg: 'De brug te Kuilenburg (van 1863-1868)'. Aan de hand van deze bijdrage willen wij de wordingsgeschiedenis van de grote spoorwegbrug nog eens nagaan.

Reeds de inleiding van Schroeder van der Kolk is de moeite waard om in zijn geheel te worden overgenomen; hij schrijft:



Dr. ir. G. van Diesen.
Bron: N. van der Schraaf
"The Centenary of the Netherlands Geodetic Commission".

'De ingenieur, die thans zou worden gesteld voor het ontwerpen van een brug, wier afmetingen die van de groote overspanning te Kuilenburg moeten evenaren, zal, wanneer hij in dit onderdeel van het ingenieursvak geoefend is, daarin een gemakkelijke taak zien, die hij in korten tijd zal weten te volbrengen.

Hij beschikt daartoe over een schier onbegrensde hoeveelheid gegevens, die hem in staat stellen het gewicht van zijn bovenbouw — het raadsel, waarvan hij de oplossing vooraf moet kennen, om het te kunnen oplossen — met voldoende nauwkeurigheid vast te stellen. Met behulp van de graphostatica bepaalt hij in korten tijd de ongunstigste lastverdeling en de daaruit voortvloeiende staafkrachten in het vakwerk. En eindelijk wordt zijn rekenwerk tot een minimum teruggebracht door raadpleging van profielboeken en tabellen van traagheids- en weerstandsmomenten en verschaft de logarithmische rekenschuif hem in zeer korten tijd de uitkomsten, die zijn voorgangers met groot tijdsverlies door middel van logarithmentafels moesten berekenen.

Aan al deze gegevens en hulpmiddelen is hij gaandeweg zoo gewoon geraakt, dat, wil hij de waarde beoordelen van den arbeid, die voor meer dan 50 jaar moest worden besteed om de thans nog grootste balkbrug van Europa te bouwen, hij zich rekenschap moet geven van het toenmalige standpunt van den bruggebouw.

Deze regels uit 1906 lezende, mogen wij ons afvragen hoe men over nog eens 75 jaar de huidige, door ons zo uitbundig geprezen, technische hulpmiddelen zal beoordelen.

Maar, terug naar de voorbereiding van de bruggebouw te Culemborg. Van Diesen maakte in 1859 en 1862 met een collega een tweetal studiereizen naar verschillende bruggen in Duitsland en Zwitserland. Niet naar Engeland, want, schrijft Schroeder van der Kolk:

'Een bezoek aan de Britannia-brug, die een tiental jaren te voren was voltooid, lag terecht buiten het reisprogramma. Alleen het rijke Albion kon zich de weelde veroorloven een brug te bouwen die per Meter baan 12.5 ton woog; het continent moest zuiniger te werk gaan.'

Het merendeel van de bestudeerde bruggen was gebouwd als tralieligger (fig. 1), het Europees antwoord op de dure Britannia-brug; een tweetal echter was uitgevoerd als Pauliträger (fig. 2), die door hun geringe gewicht algemeen de aandacht trokken, tot zelfs in de Tweede Kamer. De Nederlandse ingenieurs kwamen echter al spoedig tot de conclusie dat dit geringe gewicht voortvloeide uit de bij de berekening aangenomen geringere mobiele belasting (3200 kg per meter baan in plaats van 4000) en een zeer hoge toe te laten spanning. De keuze voor het eerste ontwerp viel daarom op de tralieligger. Er kwam in 1864 een ontwerp gereed van de hand van Jhr. E.J. de Savornin Lohman. Schroeder van der Kolk beschrijft dit ontwerp als volgt:

Volgens het ontwerp van De Savornin Lohman zou de groote overspanning van 50 M. wijde worden gevormd uit twee oofdliggers met rechte boven- en onterranden, hoog 17 M. en zou elke oofdligger worden samengesteld uit een uiten- en binnentraliewand van het waalfvoudige stelsel. De getrokken traifestaven waren gedacht uit platte strooken, de gedrukte uit hoekijzers, die tusschen binnen- en buitenwand overlaps te koppelen waren door een kruiswerk van hoekijzers. Verticale stijlen zouden alleen worden aangebracht ter plaatse der dwarskoppelingen. Op overeenkomstige wijze zou de oeverbrug van 30 M. wijde en de bruggen over de uiterwaarden van 57 M. wijde worden samengesteld; eerstgenoemde uit het achtfvoudige, laatstgenoemde uit het zesvoudige stelsel.

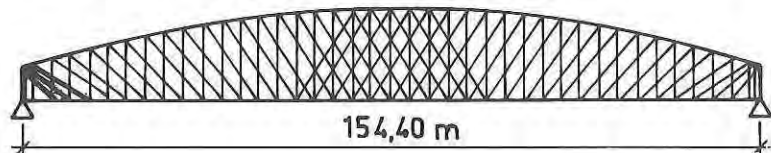


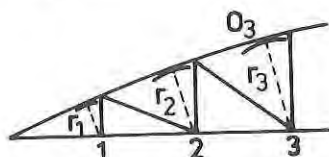
fig. 3 Constructie van de brug te Culemborg (3-voudig vakwerk).

Echter, voor dit (overigens kundige) ontwerp tot uitvoering kwam, bleken de inzichten met betrekking tot de bruggebouw, onder invloed van de theorieën van Schwedler en Cullman ingrijpend gewijzigd. In Duitsland waren op grond hiervan reeds enige bruggen gebouwd volgens de nieuwe vakwerkwandconstructie, terwijl ook in Nederland in nauwe samenwerking met de fabrikant Johan Casper Harkort soortgelijke ontwerpen in uitvoering waren gekomen (Zutphen en Venlo).

Deze nieuwe constructie bood zodanige voordelen dat van Diesen tot een geheel nieuw ontwerp voor de brug bij Culemborg besloot (fig. 3). Omdat de Savornin Lohman intussen een andere werkring had verkregen werd het tweede ontwerp aan L.H. Rouppe van der Voort toevertrouwd.

Wij vervolgen wederom het betoog van Schroeder van der Kolk:

'Een moeilijkheid op theoretisch gebied deed zich voor bij de bepaling van de dwarsafmetingen van de drukstijlen der groote overspanning, die in het midden der overspanning bijna 18 M. lang zijn. Wel werden door den ontwerper vier verschillende knikformules bijeengebracht, doch de eerste formule van Ritter was slechts tusschen te enge grenzen bruikbaar, de tweede van Laissle en Schübler was door Delpat voor onjuist verklaard, de derde van Scheffler was in haar oorspronkelijken vorm door Cohen Stuart en in haar gewijzigden vorm door Delpat afgekeurd. Er bleef — precies als op den huidigen dag — niet anders over dan de knikformule van Euler, die, ofschoon in theorie juist, onbruikbare uitkomsten gaf.



$$\frac{M_1}{r_1} = \frac{M_2}{r_2} = \frac{M_3}{r_3} = \frac{M_m}{r_m}$$

fig. 2 Constructie Pauli-träger; M = moment.

Eere den practischen zin der toenmalige bouwmeesters, die, waar de theorie hen in den steek liet, aan het vraagstuk een eenvoudige oplossing gaven door alle stijlen met twee boogvormige, over de geheele bruglengte doorlopende banden te koppelen.

Een moeielijkheid van anderen aard deed zich voor in de keuze van het materiaal voor den bovenbouw. Ofschoon op alle wijzen naar materiaalbesparing werd gestreefd, behield de groote overspanning een zeer hoog eigen gewicht. Een belangrijke vermindering van dit gewicht was alleen te bereiken door het gebruik van staal, omdat daarin een hogere spanningsgrens mocht worden toegelaten dan in getrokken ijzer.

Door de firma Krupp werd een ontwerp aangeboden voor een samenstelling uit gietstaal, terwijl de aannemer voor den

bovenbouw Harkort voorstelde de brug te vervaardigen uit puddelstaal. Voorwaar een moeielijk vraagstuk, dat door den eerstaanwezend ingenieur moest worden opgelost. Voorzichtigheidshalve besloot hij de hoofdwanden geheel samen te stellen uit getrokken ijzer, en Bessemer-staal alleen toe te passen voor langs- en dwarsdragers en windkruisen, omdat, mocht dit staal teleurstellen, deze onderdeelen altijd verwisseld konden worden tegen ijzeren.

Alle voorzorgen werden genomen om deugdelijk materiaal te verkrijgen. De in de Deutsche fabrieken later zoo beruchte "holländische Bedingungen" waren reeds bij de voorschriften voor de mededinging naar de bovenbouwen te Zutphen en te Venlo in hoofdzaak opgesteld.

Nadat in een speciaal daartoe gebouwde hal van de firma Harkort te Hochfeld de constructie-elementen waren vervaardigd volgde de uitvoering van het grote werk:

'De opstelling der bruggen geschiedde op steigers. Die onder de groote opening was reusachtig; 2300 M³. hout en bijna 48 ton ijzer werden daaraan verwerkt en het geheel werd tegen brandschade verzekerd voor de som van 100.000 thaler.'

Een twaalfstal gespecialiseerde Duitse timmerlieden bracht dit enorme steigerwerk tot stand; een werk dat bestemd was om na betrekkelijk korte tijd weer te worden afgebroken. Het zal, schrijft Schroeder van der Kolk, 'den bouwmeesters uit die dagen ongetwijfeld zonderling te moede zijn geweest, toen het oogenblik naderde, dat de groote overspanning zou worden losgemaakt van den steiger om voortaan door het evenwicht tusschen zwaarte en inwendige spanning zich zelf te dragen. Voor hen moet die reusachtige draagwand zijn geweest als een sfinx, die zich haar spanningsgeheimen niet liet ontrukken.

Zij hadden niet — zooals het hen volgend geslacht — een lange reeks voorbeelden voor oogen, die bewezen, dat het nakomen van de regelen aan de theorie ontleend, het welslagen van het bouwwerk waarborgt. En zij konden die regelen nog niet toetsen aan de werkelijkheid, want hen ontbraken de hulp-

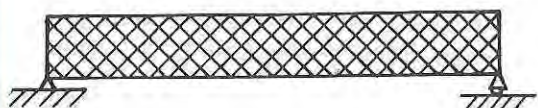


fig. 1 Tralieligger (6-voudig vakwerk).

middelen, waarmede het thans gelukt die sfinx eenigermate tot spreken te dwingen.

Daarom past een woord van hulde aan de mannen, die het hebben aangedurfd om dit grootsche werk in het leven te roepen en in de eerste plaats aan hem, wiens verantwoordelijkheid hun aller verantwoordelijkheid dekte. Van (van Diesen)'.

'Nog aan een ver van ons verwijderd geslacht zal de groote draagwand kunnen dienen als een veilig voorbeeld ter navolging', aldus besluit Schroeder van der Kolk zijn artikel in 1906.

Het is onze generatie, die dit meer dan 100 jaar oude monument van 19e-eeuwse ingenieurskunde, de grote overspanning met zijn drievoudig vakwerk, voor het laatst aanschouwt. Dat voorrecht hebben wij overigens te danken aan het feit dat de brug in de oorlogsjaren tot driemaal toe aan vernietiging is ontsnapt. De eerste keer was op 14 mei 1940, toen, nadat de brug onbeschadigd in Duitse handen was gevallen, een poging tot herovering (met het oogmerk van vernieling) door Nederlandse troepen mislukte. De tweede aanslag, een bombardement door geallieerde vliegtuigen in het najaar van 1944, beschadigde de constructie zodanig, dat alleen een door de Duitse bezetter (de Nederlandse Spoorwegen staakte immers) aangebracht enorm stalen draagstuk op houten palen de brug nog enigszins bruikbaar kon maken.

Tenslotte bleek bij de herstelwerkzaamheden in de zomer van 1945, dat door de Duitsers bij het zuidelijk landhoofd een zware bom was ingegraven. Vermoedelijk heeft het feit dat de 'Wehrmacht' tot het allerlaatst van deze brug wilde profiteren, de derde voorgenomen



De brug met noodondersteuning, tijdens de reparatieperiode na de oorlog. Bron: Ing. Mallon, Nederlandse Spoorwegen.

vernietiging verhinderd.

Nu, 37 jaar later, is het definitieve einde van de brug beraamd. Een vredig einde gelukkig; een einde gegrond op een besluit genomen op dezelfde rationele gronden die de bouwers van de brug destijds, 120 jaar geleden, hanteerden bij hun gedurfde arbeid.

Literatuur

Schroeder van der Kolk, J. *De brug te Kuilenburg, van 1864-1868.* In: *De Ingenieur*, 1906, p. 358-363.

Maarschalkorwaard, H.M.C.M. *De bouw van stalen bruggen in de 19de eeuw.* In: *Bouwen met staal*, Nr. 51, maart 1980.

Bokkel Huining, H. ten en H.J. Romeyn. *Opruiming en herstelling van de bruggen voor gewoon verkeer over de groote rivieren en belangrijke kanalen.* In: *Wegen en Waterbouw*, nov-dec. 1945, p. 69-86.

Foest, A.H. *De lotgevallen van de spoorwegbruggen over onze groote rivieren in de zes jaren welke na den 9-den mei zijn verstreken.* Nederlandse spoorwegen, Utrecht 1946.

HET SPOOK IN DE MACHINE

door dr. A. Compagner.

Wat gebeurt er als een mens denkt? Kan een kat denken? Een worm? Wat is bewustzijn? Waar bevindt zich de ziel? Kan materie denken of voelen? Deze oude vragen hebben door de revolutionaire opkomst van de logische machines, zoals men de moderne rekenmachines beter kan noemen, een actuele wending genomen: is een denkende machine mogelijk?

De filosofische problemen waarin men zich bij de beantwoording van deze vraag verstrikt zijn op zichzelf, voor de liefhebbers, al interessant genoeg; daarnaast zijn ze verweven met een hedendaagse interpretatie van de geschiedenis van wetenschap en techniek, zoals nog zal blijken. Ze vormen het onderwerp van de bloemlezing *The Mind's I*, samengesteld door Douglas R. Hofstadter en Daniel C. Dennett uit werk van zo uiteenlopende auteurs als Borges, Turing, Lem, Dawkins, Smullyan, Searle en 13 anderen (waaronder ook Hofstadter en Dennett zelf). De resulterende bundel van science-fiction verhalen, filosofische essays en wetenschappelijke beschouwingen over psychologie, biologie, natuurkunde, informatiekennis, theorie en ethiek telt 500 bladzijden. De bundel kan gezien worden als een vervolg of aanvulling op het terecht furore makende *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid* van Hofstadter, en op het minder bekende *Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology* van Dennett. Iedere bijdrage wordt door de samenstellers becommentarieerd; dat commen-

taar neemt ongeveer een derde van de bloemlezing in beslag. Een uitvoerige beredeneerde bibliografie besluit het boek en biedt de lezer veel aanknopingspunten voor verdere lering en vermaak.

Anders dan men misschien bij filosofische teksten verwacht is de bundel een zeer levendig en enthousiast geheel; naast de keuze van de bijdragen is de stylistische techniek om wijsgerige onderwerpen in dialoog te behandelen daaraan niet vreemd. Zo wordt de Turing test, ontworpen om op zakelijke wijze te beslissen of een machine denken kan, eerst door het oorspronkelijke artikel van Turing ten tonele gevoerd, en vervolgens is die test onderwerp van een lichtvoetige dialoog (een 'coffee-house conversation') tussen een natuurkundige, een bioloog en een filosoof. Deze dialoog is van Hofstadter, die sinds *Gödel, Escher, Bach* een monopolie op zulke gesprekken lijkt te bezitten. Uit dat boek is trouwens de naar Lewis Carroll knipogende dialoog *Prelude . . . Ant Fugue* tussen Achilles, de Schildpad, de Krab en de Miereneter opgenomen, die ook nu weer een sleutelpositie inneemt. Volledig is Hofstadter's monopolie overigens niet, want de bloemlezing bevat ook twee hersenkriebelende dialogen geschreven door Smullyan, één tussen God en een sterveling over de vrije tijd en de daarmee verbonden ethische en metafysische paradoxen, en één tussen Frank (een gewoon mens), een kennistheoreticus en een psychiater over de onmogelijkheid een eigen mening op gezag bevestigd te krijgen.

In andere bijdragen komt de vraag aan de orde of de menselijke geest opgevat kan worden als de door opvoeding

en cultuur bepaalde software, die de hardware, de fysisch-chemische machine van het menselijk brein activeert. Of zijn, zoals Dawkins betoogt, deze software en hardware niet meer dan wat onderdelen van een overlevingsmachine, een tijdelijk vervoermiddel, gebruikt door een verzameling uit opportunistische samenwerkende maar in wezen zelfzuchtige genen in hun onstuitbare gang naar de evolutionaire eeuwigheid? Is het zinvol om met Morowitz na te denken over een verband tussen quantummechanica, subjectief bewustzijn en Oosterse wijsheid?

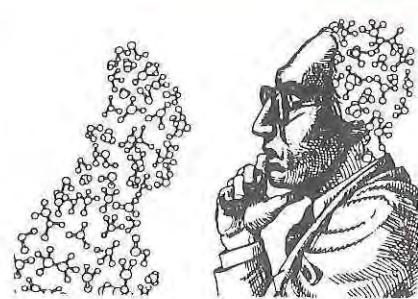
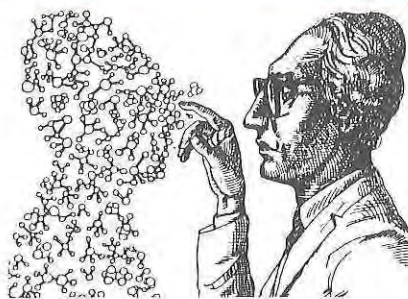
Dit zijn maar een paar variaties op het centrale thema van de bundel, dat nu nog nader toegelicht zal worden. In het kielzog van Dijksterhuis zou men de geschiedenis van wetenschap en techniek in onze eeuw kunnen karakteriseren als een microscopisering van het wereldbeeld. Het duidelijkst is dat in de natuurkunde, waar de ontwikkeling van statistische mechanica en atoom- en kernfysica ertoe leidden dat steeds meer kwalitatieve macroscopische verschijnselen gereduceerd konden worden tot een onderliggende atomaire structuur. Zulk een reductie wordt door Hofstadter aangeduid met het begrip 'opwaartse causaliteit' (van microscopisch niveau naar boven). In de huidige hoge-energie fysica worden steeds kleiner en fundamenteeler bouwstenen van de materie ontdekt, terwijl tegelijkertijd een direct verband ontstaat met de cosmologie: om het grote te begrijpen moet men het kleine kennen.

Ook in de wetenschap van de levende natuur, de biologie, heeft zich zo'n microscopisering voorgedaan; zonder het DNA-molecuul is de evolutie van

Darwin niet goed begrijpelijk, zoals Karel van het Reve nog kortgeleden ongewild aantoonde. De verhouding tussen erfelijkheid en DNA-molecuul is vergelijkbaar met die tussen warmte en atomaire bewegingen, al voegt de ingewikkelde structuur van het desoxyribonucleïnezuur-molecuul een geheel nieuwe dimensie toe. De fysisch-chemische processen in een levende cel zijn niet van andere aard maar wel veel gecompliceerder dan in een willekeurig vloeistofmengsel.

De biologische evolutie kan opgevat worden als een blinde en voortdurende exploratie van de mogelijkheden die zich in deze nieuwe dimensie voordoen. Van virus via levende cel naar plant en dier ontstaat een hiërarchie van steeds ingewikkelder structuren, met op ieder niveau weer nieuwe organisatievormen en andere kwalitatieve eigenschappen. In dit langzame proces voltrekken vele ontwikkelingen zich gelijktijdig, soms elkaar sterk beïnvloedend, dan weer haast onafhankelijk van elkaar; het resulterende eenmalige gebeuren krijgt daardoor iets toevalligs en is in detail zowel onbekend als moeilijk voor wetenschappelijke analyse vatbaar. De hoogste niveaus in de biologische hiërarchie worden bereikt als uit zenuwknopen hersenen ontstaan, met een bewustzijn, een 'ik', en als een diersoort verschijnt die spreken kan, zodat ervaringen doorgegeven kunnen worden en een cultuur kan worden opgebouwd die als een collectief bewustzijn fungeert.

Filosofisch gezien, van de mens uit gezien, doet zich op alle niveaus eenzelfde probleem voor. Wat is de verhouding tussen de indruk 'rood' die een bepaald licht op ons maakt en de golflengte van dat licht? Zijn dat twee gescheiden begrippen of verschijnselen (de semantische verwarring slaat onmiddellijk toe), die weliswaar parallel zijn maar toch autonoom? Tegenover deze dualistische opvatting staat de monistische: er is maar één werkelijkheid, die



Illustraties uit het boek "The Mind's I".

zich echter op verschillende wijzen aan ons voor kan doen, afhankelijk van de waarnemingsmethode, direct met ons oog of via een spectroscop met uitleesapparatuur.

Aan dit filosofische probleem, maar dan in het minder triviale geval van de verhouding tussen bewustzijn en het microscopisch gedrag van de neuronen in ons brein is de bundel van Hofstadter en Dennett gewijd. Is denken de resultante van een opwaartse causaliteit, ongeveer zoals wind een macroscopische verschijningsvorm is van moleculaire botsingen? Of moet ook een 'neerwaartse causaliteit' onderscheiden worden waarin de geest, het bewustzijn, de vrije wil, besluit dat het lichaam een pink moet uitsteken? De opgeworpen problematiek is stevig geworteld in de geschiedenis van wetenschap en techniek, om het even of die opgevat moet worden als ideeëngeschiedenis of als 'instrumenten'-geschiedenis. Sterker nog, de opgeworpen problematiek plaatst in feite die hele geschiedenis in een nieuw daglicht, namelijk dat van een voortschrijdende bewustwording in de zin van een logische evolutie waarin betere ideeën overleven. Het spook in de machine knort bij deze laatste formulering zeer tevreden; het doorziet nog niet dat zelfs het concept 'idee' niet meer is dan een levensvatbare fysisch-chemische configuratie in een aantal hersencellen.

De bundel van Hofstadter en Dennett pretendeert natuurlijk niet een compleet overzicht te geven; naar verhouding doet deze bespreking dat ook niet. Maar naast de vele auteurs die opgenomen zijn en die ik niet noem, kan ik het niet laten er één te noemen die ten onrechte zelfs in de bibliografie ontbreekt: Stefan Themerson. Vooral diens speelse maar diepzinnige essay *Logic, Labels en Flesh* zou passende bijdragen aan de bundel hebben kunnen leveren. Uit Themerson's essay, dat ook in Nederlandse vertaling verscheen, geef ik één citaat, omdat het een aspect aanroert dat nog niet ter sprake kwam:

'What makes us do as we do? Whether we call the thing genes or pheromones, biological altruism or biological aversion, it must have preceded our Ethical Teachings. Otherwise, we wouldn't have survived to invent them, or have them revealed to us'. De opvatting die hieruit spreekt wordt in wezen door Hofstadter en Dennett gedeeld en is in menselijk opzicht hoopgevender dan de opvatting dat de mens door wat ik de microscopisering van het wereldbeeld noemde een nog materialistischer boef zou worden dat hij al is.

In hun voorwoord schrijven Hofstadter en Dennett dat ze geen directe antwoorden willen geven maar zowel degenen die een hard en nuchter wetenschappelijk wereldbeeld aanhangen als diegenen die een religieuze of spiritualistische visie op de menselijke ziel koesteren wilden provoceren en verwaren. Geheel neutraal zijn ze echter niet; maar als ze bedoelen dat ze een veelzijdig en, toepasselijker kan het niet, geestig en inspirerend boek wilden maken, dan is hun poging volledig gelukt.

En wat de directe antwoorden betreft, natuurlijk is een denkende machine mogelijk: het menselijke brein is er één. Als dat in de komende decennia erin zou slagen technieken te bedenken om het aantal transistoren per chip drastisch te vergroten en een geschikte hiërarchie te ontwerpen van elektronische netwerken waarvan de eenheden zelf weer uit passende schakelingen van chips bestaan, dan kan het in de dode stof nog aardig gaan spoken. Voorlopig laat *The Mind's I* zien dat wij al doende veel over onszelf opsteken. Dat kan geen kwaad.

At Compagner.

TTC-TENTOONSTELLINGEN

- **Van beeldschrift tot schrijfautoomaat**, tot en met 13 februari 1983. Deze tentoonstelling over schrijfmachines is afkomstig van het Nationaal Technisch Museum in Praag.
- **Ogen Bedrogen**, een door het TTC vervaardigde tentoonstelling over gezichtsbedrog. Op 17 december a.s. wordt de tentoonstelling officieel geopend door dr. ir. H. van Krugten, lid van het College van Bestuur, TH Delft. Deze tentoonstelling is in het TTC te zien tot en met 3 september 1983.
- **Holografie**, permanent.

Voorts worden de volgende tentoonstellingen voor het komend jaar gepland:

- **Energie**, van de Universiteit van Kiel.
- **Lines and Waves**, over Faraday en Maxwell, van het Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York.
- **Lichteffecten in de schilderkunst**.
- **Franse Bruggen**.

Het TTC heeft van The British Council het beheer gekregen over de grote fototentoonstelling **Industrial Archaeology**. Enkele jaren geleden is deze tentoonstelling in het TTC te zien geweest.

AGENDA HISTECHNICA

- 15 december 1982: lezing van prof. dr. A. Wegener Sleswijk, getiteld: "De voortstuwing van schepen in de oudheid". Deze lezing wordt voor leden van zowel Histechnica als ook van de Sectie Geschiedenis van de Techniek van het KIVI gehouden. Plaats: TTC, Kanaalweg 4 in Delft, aanvang 19.30 uur.

- 11 januari 1983 : bestuursvergadering, TTC, 17 uur.

HISTECHNICA

Secretariaat:
Achterom 23A,
2611 PL Delft.
Tel. 015-135438
(na 18.00 uur).

Postgiro nr. 3301027 ten name van:
Penningmeester Histechnica Delft.

